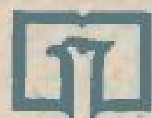
CHEMIA DLA CIEBIE

STEFAN SĘKOWSKI

CIEKAWE DOŚWIADCZENIA

Część II



WYDAWNICTWA SZKOLNE I PEDAGOGICZNE

Okładkę projektował
Bronisław Zelek

Ilustracje wykonali
I. Giżycki, S. Kozaczyński

Redaktor
Zofia Celińska

Redaktor techniczny
Lubomir Grodzicki

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
Warszawa 1974

Wydanie drugie. Nakład 10 000+250 egz. Arkuszy druk 7; wyd. 7,98. Oddano do składania 30.III.1973 r. Podpisano do druku 31.I.1974 r. Druk ukończono w marcu 1974 r. Cena zł 16.—
Zam. nr 756/739 N-6
Papier kl. V, 70 g, 70×100 cm, z fabryki w Częstochowie
WSIP Zakłady Graficzne w Bydgoszczy, ul. Jagiellońska 1



ZAMIAST WSTĘPU

Coś mi się wydaje, że już kiedyś spotkaliśmy się.

Zapewne czytałeś którąś z książeczek należących do serii „Chemia dla Ciebie". Na przykład korzystałeś z książeczki o bardzo podobnym tytule do tej, którą trzymasz w ręku, a mianowicie „Ciekawe doświadczenia".

No widzisz, zgadłem.

Widocznie musiała Tobie i Twym Kolegom przypaść do gustu, skoro tak szybko znika z półek księgarskich. Wobec tego Wydawnictwo powierzyło mi napisanie drugiej części

„Ciekawych doświadczeń". I tak powstała książeczka „Ciekawe doświadczenia, część II".

Porozmawiajmy jednak teraz jeszcze o części I.

Powiedz mi więc proszę, ale tak zupełnie szczerze, czy wykonałeś wszystkie doświadczenia opisane w części I „Ciekawych doświadczeń"?

Oj, coś mi się zdaje, że nie. Co tu dużo ukrywać, wykonałeś na pewno tylko te, do których łatwo o odczynniki, bądź też te, do których odczynników nie trzeba przygotowywać w pocie czoła. Zresztą mniejsza o to. Jestem przekonany, że jeszcze do tych poprzednio opuszczonych doświadczeń powrócisz.

Czy wszystkie doświadczenia, które wykonałeś, udały się?

Znowu milczysz...

A czy zastanowiłeś się nad tym, dlaczego niektóre z nich się nie udały? Przecież podawane opisy doświadczeń były możliwie wyczerpujące.

Mój drogi, z góry wiedziałem, że tak będzie. Przecież najlepszy przepis czy opis, najdokładniejsza instrukcja nie zastąpi samodzielnie nabytego doświadczenia i wprawy. A czy myślisz, że nawet biegłemu, wprawnemu chemikowi udaje się wszystko tak od pierwszego razu? Nic podobnego.

Powiem Ci, że nauczyciele czy nawet profesorowie wyższych uczelni, którzy, nie wątpisz w to przecież, znają świetnie chemię, demonstracje do lekcji czy wykładu przygotowują i ćwiczą często całymi godzinami. Nie wystarczy znać chemię, aby dobrze wykonywać doświadczenia. Te doświadczenia i sposób ich przeprowadzania trzeba mieć, jak to się mówi, w palcach. A to można uzyskać tylko przez praktykę.

Nie przejmuj się więc, nie zrażaj, jeśli nie powiodło Ci

się wykonanie jednego czy drugiego doświadczenia opisanego w pierwszej części tej książki. Nie wstydź się, powróć do nich drugi, trzeci, a może nawet i piąty raz.

Dziwisz się dlaczego nie wspomniałem o tym na samym wstępie części pierwszej? Dlaczego nie ostrzegłem Cię i nie uprzedziłem, że coś może za pierwszym razem nie wyjść?

Nie, nie zapomniałem o tym, uczyniłem to celowo. Po pierwsze ani Ty, ani ja nie lubimy długich wstępów. A ponadto ogromnie spieszyłeś się do doświadczeń, że pewo i tak zlekceważyłbyś moje ostrzeżenia.

Co innego teraz. Wykonałeś sporo doświadczeń, masz już za sobą i osiągnięcia, i niepowodzenia. Teraz łatwiej możemy znaleźć wspólny język.

W drugim tomie, który masz przed sobą, a który nazwałem „Ciekawe doświadczenia, część II", znajdziesz opisy następnych zajmujących eksperymentów.

Uprzedzam Cię jednak lojalnie, że są to doświadczenia już znacznie trudniejsze, przeznaczone dla zaawansowanych już eksperymentatorów, a więc wymagające nie tylko pewnej biegłości ale też i niestety szerszego zestawu odczynników oraz sprzętu laboratoryjnego.

No, ale mam nadzieję, że ten wstęp Cię nie przestraszył. Zresztą na szczęście, po odwróceniu następnej strony spotkamy się znów przy laboratoryjnym stoliku, gdzie zawsze dogadamy się najlepiej.

Zapewne przy wykonywaniu doświadczeń wyłonią się jednak różne sprawy, coś Cię specjalnie zainteresuje, czegoś nie będziesz rozumiał.

Odpowiedź na wiele pytań i problemów znaleźć możesz w 6 książeczkach, wchodzących do tej pory w skład serii

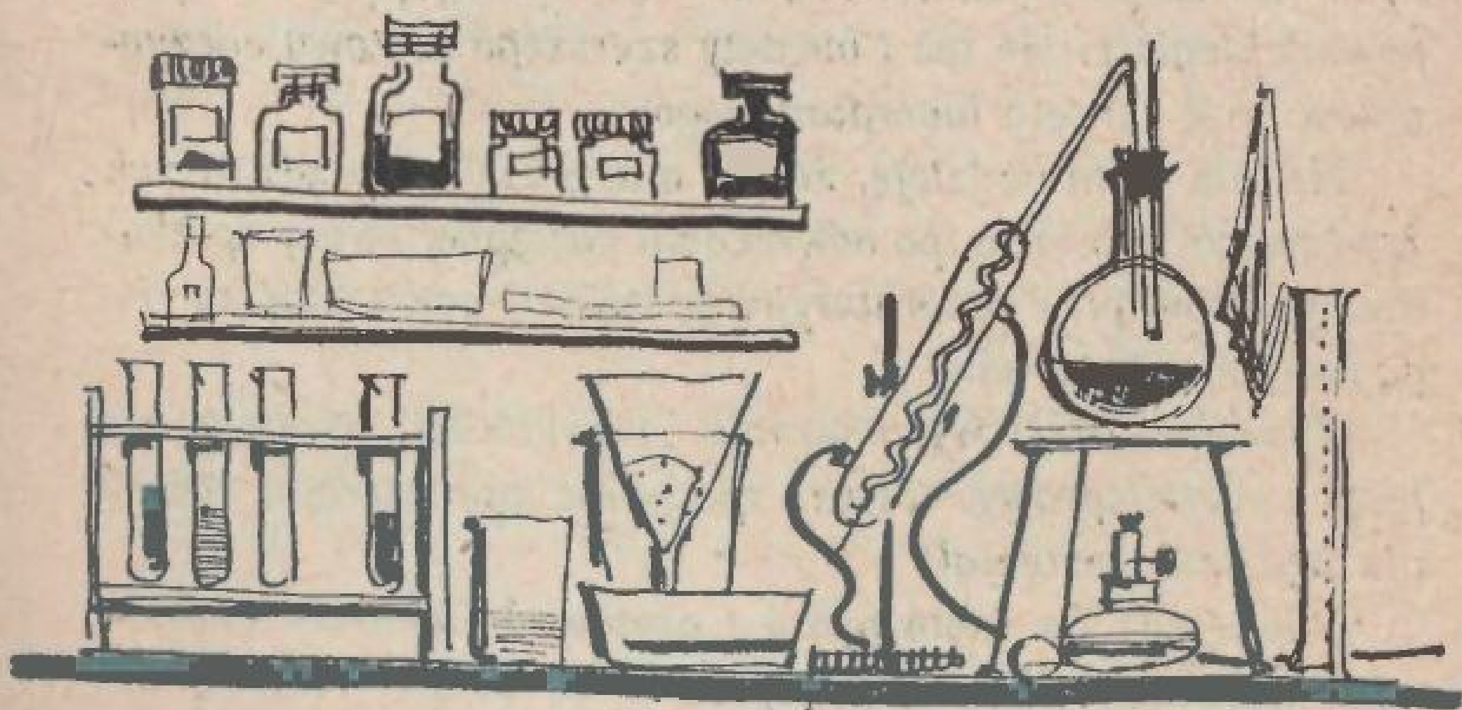
„Chemia dla Ciebie", których spis zamieszczony jest na ostatniej stronie.

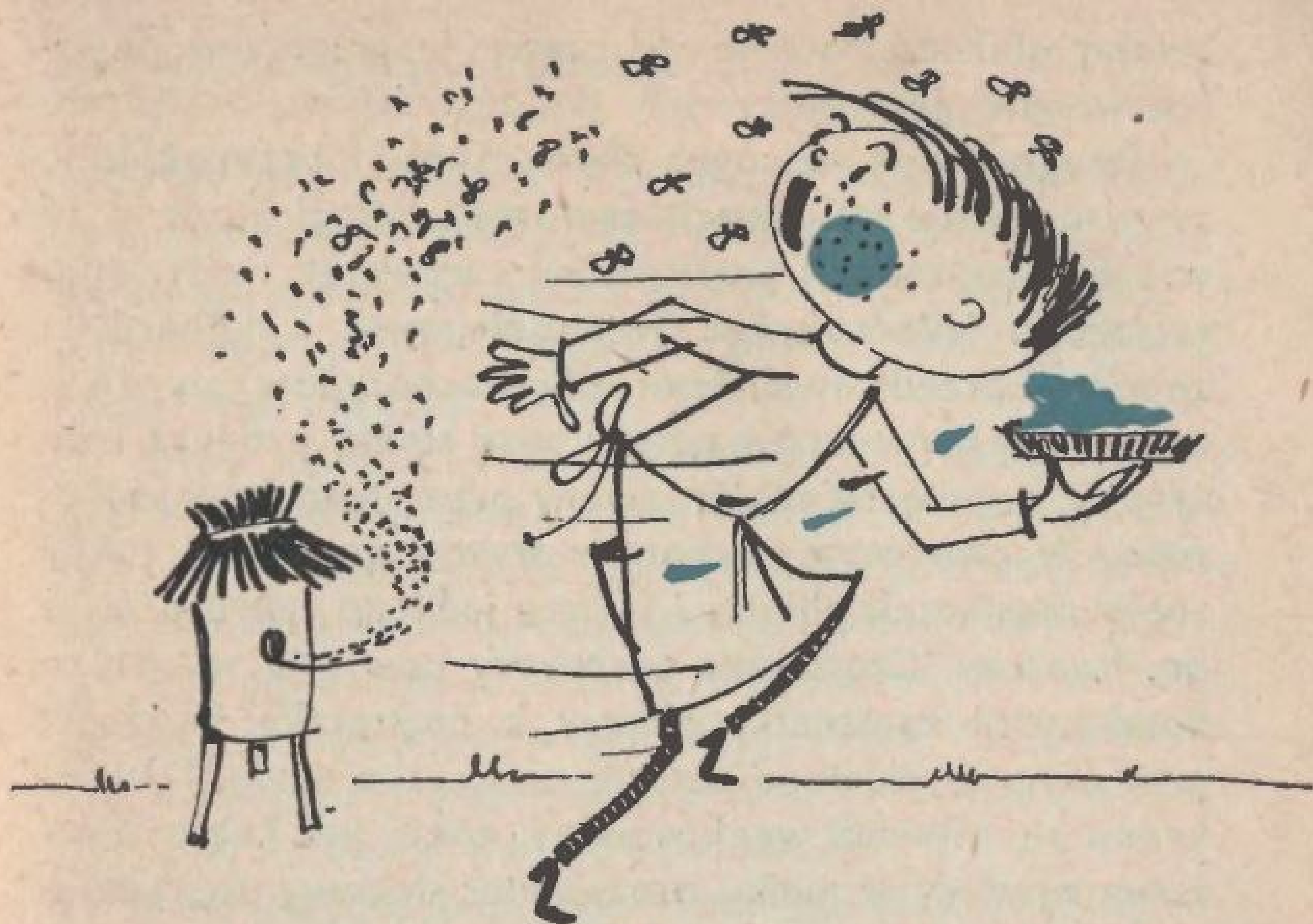
Jeżeli jednak będziesz chciał się koniecznie ze mną podzielić jakąś wiadomością, lub będziesz oczekiwał ode mnie wyjaśnień, to napisz do mnie.

Zależnie od Twego wieku, wykształcenia i zamiłowań, listy adresuj do działu łączności z czytelnikami redakcji „Horyzontów Techniki", Warszawa, ul. Czackiego 3/5 lub do redakcji „Młodego Technika", Warszawa, ul. Spasowskiego 4.

Przypominam jednak i tym razem, że współczesny człowiek musi umieć oszczędzać czas własny i bliźnich. Pisz więc czytelnie, zwięźle, i nie zadawaj w jednym liście istnej powodzi pytań, ponieważ chcę Ci służyć przyjacielską radą w Twym kłopocie, a nie nieudolnie zabierać chleb encyklopediom.

Na zakończenie przypominam Ci, że sprawy odczynnikowo-zaopatrzeniowe chemika-amatora zostały wyczerpująco omówione w książeczce „Moje laboratorium".





1. SŁODKIE I NIESŁODKIE, CZYLI O CUKRACH

Liczną rodzinę cukrów, zwanych przez chemików sacharydami, z pewnym uproszczeniem podzielić można na 3 zasadnicze grupy.

Do pierwszej zaliczamy **monzony** zwane **monosacharydami.** Są to cukry proste, tj. cukry o najprostszej budowie, które nie ulegają już reakcji hydrolizy. Przykładem bardzo popularnego w przyrodzie cukru prostego, czyli monosacharydu, jest glikoza. Glikozę, w medycynie

zwaną glukozą, stosuje się często w postaci wodnych roztworów przeznaczonych do zastrzyków dożylnych.

Drugą grupę stanowią **dwu-, trój- i czterocukry,** zwane ogólnie **oligosacharydami**[1]). Węglowodany te wskutek hydrolizy i przyłączenia cząsteczek wody, dają cząsteczki jednocukrów. Najliczniejszymi i najbardziej znanymi przedstawicielami oligosacharydów są dwucukry. Do dwucukrów należy nasz słodki produkt spożywczy, popularny cukier, zwany przez chemików sacharozą. W cząsteczce sacharozy występują reszty, jakby zręby cząsteczek glikozy i jeszcze jednego cukru prostego, fruktozy. Cząsteczka sacharozy powstaje w wyniku kondensacji cząsteczki glikozy z cząsteczką fruktozy, przy czym wydzielona zostaje cząsteczka wody. Dwucukrami są również węglowodany, takie jak cukier mlekowy zawarty w mleku oraz cukier słodowy występujący w słodzie.

Do ostatniej wreszcie grupy węglowodanów zwanych **polisacharydami,** czyli **wielocukrami,** zaliczamy skrobię i celulozę (błonnik), które drogą hydrolizy i przez przyłączenie do nich odpowiedniej ilości cząsteczek wody, można rozłożyć ostatecznie na jednocukry, a mianowicie glikozę.

Ponieważ wszystkie węglowodany posiadają podobny skład i właściwości, więc od najdawniej już znanej substancji — sacharozy, wszystkim tym związkom nadano ogólną nazwę sacharydów, czyli cukrów.

---

[1] oligos (greckie) = nieliczny

Jak można wykrywać glikozę?

Skoro zręby glikozy wchodzą w skład dwucukrów, a z wielocukrów takich jak skrobia lub celuloza, drogą hydrolizy otrzymać można cząsteczki glikozy, sądzę, że powinieneś przede wszystkim poznać ciekawe właściwości tego związku.

Otóż jedną z charakterystycznych reakcji glikozy jest redukowanie przez nią miedzi i srebra z roztworów ich soli. (Musisz jednak pamiętać, że podobną reakcję dają również i inne związki, jak np. aldehyd mrówkowy.)

Aby się o tym przekonać, postaraj się o 1 ampułkę glikozy do zastrzyków (glukozy). Jeżeli nie posiadasz ampułki glikozy weź łyżeczkę stołową miodu i rozpuść go w 50 ml ciepłej destylowanej wody.

Teraz przygotujemy odczynniki używane przy wykrywaniu glikozy. Będzie to płyn Fehlinga i płyn Tollensa. Płyny te wzięły swe nazwy od odkrywców owych metod wykrywania cukrów.

Płyn Fehlinga

Składa się on z trzech roztworów. Przyrządź je w następujący sposób:

Roztwór 1—2 g siarczanu miedziowego, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, rozpuszczasz w 50 ml wody;

roztwór 2—5 g winianu sodowo-potasowego, tzw. soli Seignetta, $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, rozpuszczasz w 25 ml wody;

roztwór 3—3,8 g wodorotlenku sodowego, NaOH, rozpuszczasz w 25 ml wody.

Roztwory te mieszasz dopiero bezpośrednio przed próbą w stosunku 2:1:1, a więc np. 4, 2, 2 ml. Z powodu małej trwałości mieszanina taka musi być stale świeżo przyrządzana.

Płyn Tollensa



Aby otrzymać ten odczynnik, musisz przede wszystkim zaopatrzyć się w odrobinę azotanu srebra, $AgNO_3$. Związek ten można łatwo wykonać samemu ze starych monet srebrnych bądź też nabyć w aptece jako tzw. lapis.

Z azotanu srebra i wody destylowanej wykonaj 10% roztwór. Bezpośrednio przed doświadczeniem do roztworu tego dodajesz po kropli NH_4OH. Początkowo strąca się ciemny osad, który następnie w miarę dodawania NH_4OH ulega rozpuszczeniu.

Uwaga: tak przygotowanego roztworu nie wolno przechowywać. Resztę bezpośrednio po zakończeniu doświadczenia należy rozłożyć dodając kwas azotowy. **Pamiętaj,** stare amoniakalne roztwory soli srebra są **bardzo niebezpieczne,** gdyż powstają w nich **związki silnie wybuchowe.**

Gdy oba płyny — odczynniki masz już gotowe, na siatce azbestowej stojącej na trójnogu postaw dużą zlewkę z gorącą wodą. Teraz bardzo starannie umyj mydłem i sodą dwie probówki, po czym przepłucz je wodą destylowaną lub zupełnie świeżą deszczówką.

Do pierwszej czystej probówki wlej (do połowy) świeżo sporządzony z wymienionych trzech składników płyn Fehlinga, po czym dodaj 2—3 ml glikozy lub wodnego roztworu miodu. Całość dokładnie zmieszaj wstrząsając, po czym wstaw do zlewki z gorącą wodą.

Uwaga: temperatura wody nie może przekroczyć 55°C.

Z kolei do probówki drugiej wlej (również do połowy) gotowy już odczynnik Tollensa, po czym dodaj 2—3 ml glikozy lub wodnego roztworu miodu. Całość wstrząsaj, aby się wymieszała i probówkę wstaw do tej samej zlewki z gorącą wodą.

Obserwuj teraz probówki, bo oto w pierwszej zachodzą już jakieś zmiany. Widzisz? — Początkowo ciemnoszafirowy płyn Fehlinga w probówce pierwszej powoli jaśnieje, a na dnie poczyna się gromadzić drobniutki, subtelny proszek o ciemnej brunatnej barwie.

Ale również i w drugiej probówce coś się dzieje. Tu dla odmiany początkowo jasny przeźroczysty płyn Tollensa ściemniał i stracił swą przejrzystość. W miarę upływu czasu na ściankach drugiej probówki od wnętrza pojawia się połyskująca metalicznie lustrzana warstewka. Uprzedzam Cię jednak z góry, iż warstewka ta jest świetnym detektywem. Wykryje ona natychmiast najmniejszy brud na ściankach probówki. Jeżeli więc po 5—10 minu-

tach ogrzewania wewnętrzne ścianki probówki przypominać będą zebrę, to została ukarana Twoja niestaranność przy myciu probówki. Natomiast probówka dokładnie wymyta pokryje się jednolitą, piękną lustrzaną powłoką.

W probówce pierwszej, na jej dnie, zebrało się już sporo drobniutkiego osadu. Odsącz go i przemyj wodą. Otrzymany czerwonobrunatny osad jest tlenkiem miedziawym Cu_2O. Natomiast lustrzaną warstewkę na ściankach probówki drugiej utworzyło czyste metaliczne srebro.

W wyniku działania glikozy z roztworu Fehlinga wydziela się tlenek miedziawy Cu_2O, a z roztworu Tollensa czyste, metaliczne srebro Ag. Ponieważ przechodzenie jonów metali w atomy metali zwiemy redukcją, nasza glikoza odznacza się własnościami redukującymi.

Glikoza z trocin

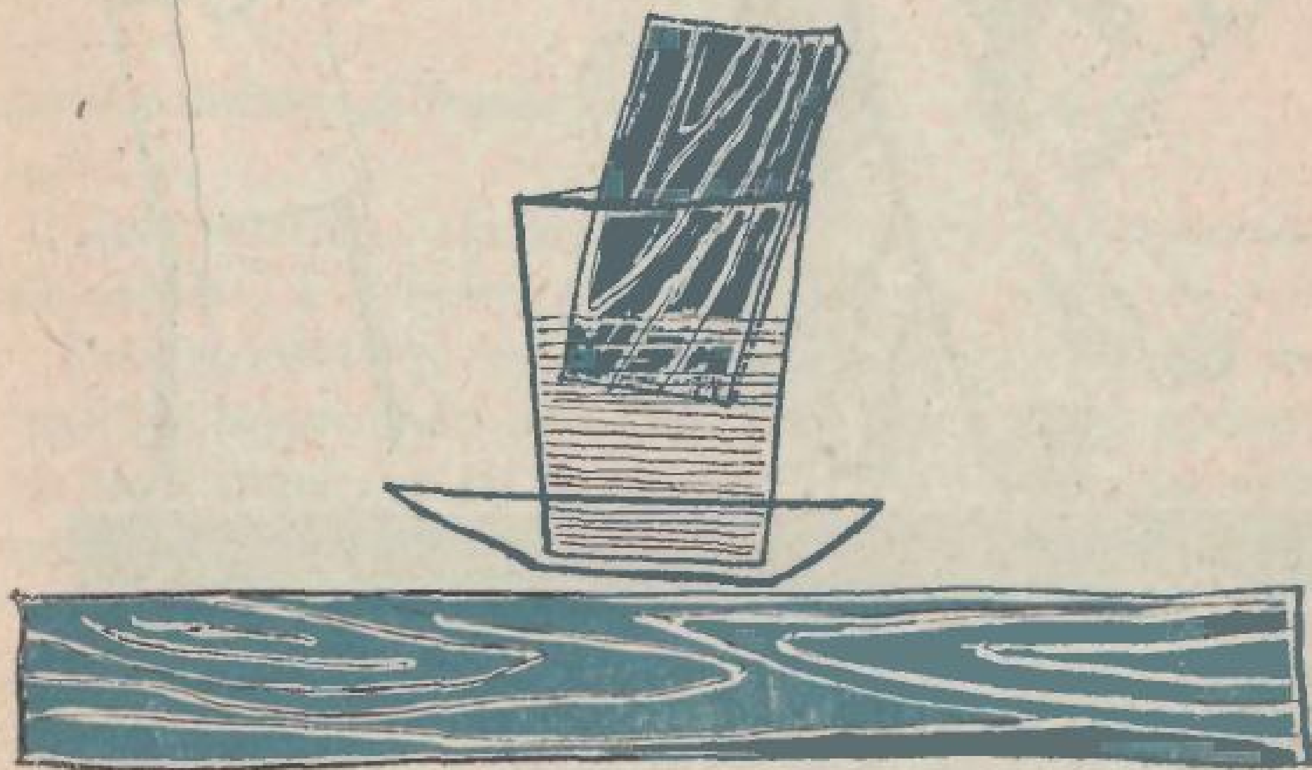
Odważ do zlewki 10 g suchych trocin, zalej je 10 ml stężonego kwasu siarkowego i pozostaw pod przykryciem przez 1—2 godzin. Po tym czasie zlewkę postaw na siatce i ogrzewaj przez 20 minut.

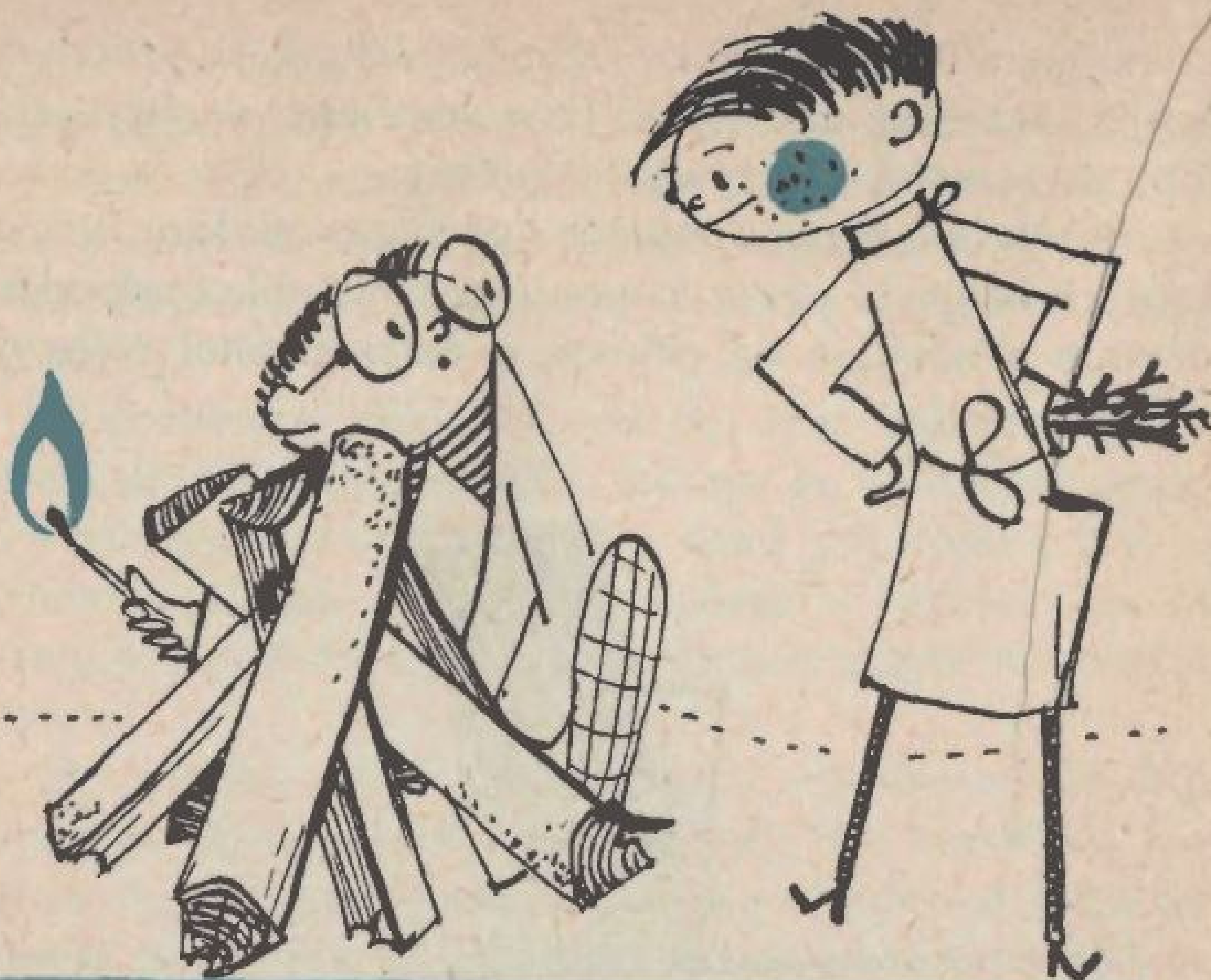
Roztwór ostudź, odsącz od resztek ciał stałych i zobojętnij sodą. Sodę musisz dodawać małymi porcjami tak długo, aż papierek lakmusowy z czerwonego pocznie się barwić na bladoniebieski.

W celu wykrycia obecności glikozy powstałej w wyniku hydrolizy celulozy, posłuż się w znany Ci już sposób od-

czynnikiem Tollensa. Wytworzone na ściankach probówki lustro srebrowe udowodni, iż w wyniku hydrolizy celulozy otrzymałeś rzeczywiście glikozę.

Tą właśnie drogą, poprzez hydrolizę celulozy w niektórych krajach, np. w Szwecji czy Finlandii, z odpadów drewna produkuje się glikozę, a dalej alkohol etylowy.





2. PALNE I WYBUCHOWE, CZYLI O TEMPERATURZE ZAPŁONU

Na początek wykonaj takie oto proste doświadczenie. — Na kawałku cegły umieść szczapkę jak najsuchszego drewna oraz bryłkę węgla, a obok w dwu małych parowniczkach odrobinę, ale dosłownie 1—2 ml benzyny oraz nafty lub oleju napędowego do silników Diesla.

Teraz spróbuj zapalić te ciała kolejno za pomocą zapałki.

Mimo że wszystkie one są palne, o czym doskonale wiesz, to jednak od zapałki zapali się jedynie benzyna.

Doświadczenie, jak również i jego wynik, są na pozór bardzo proste i naiwne, ale nie zapominaj o podstawowej zasadzie, która powinna przyświecać każdemu chemikowi, a mianowicie, o zadawaniu sobie wobec każdego zaobserwowanego zjawiska pytania „dlaczego".

Jeszcze dalsze „dlaczego"

Tak, właśnie, dlaczego benzyna buchnie płomieniem od zapałki, a węgiel, drewno, a nawet nafta — nie?

Nie wyjaśniając jeszcze chwilowo tej sprawy, ale jednak zbliżając się do celu, weź nóż i połup swoją szczapkę na drobne trzaseczki. Teraz przytknąwszy do nich zapałkę, zapalisz je bez trudu.

Doświadczenie to nie wzbudziło, widzę, Twojego entuzjazmu, gdyż uważasz, że dobre jest ono dla ucznia IV klasy. Fakt, że drewno połupane na drobne trzaseczki zapala się bez trudu, nie jest przecież żadną tajemnicą, przeciwnie, wykorzystujemy to codziennie w naszym życiu domowym.

Zgoda mój kochany, jednak ja i w tym przypadku z uporem maniaka postawię Ci pytanie: dlaczego? Dlaczego tak się dzieje, że to samo drewno połupane na drobne trzaski zapala się bardzo łatwo, podczas gdy gruby jego kawałek już znacznie trudniej?

Teraz milczysz, a przed chwilą z pewnością siebie mówiłeś, że to takie proste.



PONAD 500°C

Temperatura zapłonu i przewodnictwo ciepła

Otóż cała zagadka trudności lub łatwości zapalania danego ciała kryje się w jego tzw. temperaturze zapłonu. Badania wykazały, że w powietrzu pod normalnym ciśnieniem każde ciało posiada inną, lecz dla siebie zawsze stałą temperaturę, do której trzeba je ogrzać, aby się zapaliło. Tę właśnie temperaturę zwiemy temperaturą zapłonu.

Bardzo suche drewno, aby zapalić, trzeba ogrzać do co najmniej 260—300°C. Zdawałoby się więc, iż zapalenie szczapki drewna za pomocą zapałki jest możliwe, gdyż paląca się zapałka wytwarza temperaturę ponad 500°C. Przyczyna niepowodzenia kryje się w złym przewodzeniu ciepła przez drewno. Mimo bowiem przytykania do kawałka drewna zapałki, której temperatura płomienia wynosi ponad 500°C, ciepło przez nią wydzielane rozchodzi się szybko (oczywiście malejąc) po drewnie tak, iż w żadnym jego punkcie nie ma koniecznej do powstania zapłonu temperatury 260—300°C.

Natomiast, gdy przytkniesz zapałkę do drobno połupanych trzasek lub wiórów, ich niewielka masa, a co za tym idzie i mała zdolność do odprowadzania ciepła sprawia, iż temperatura wiórów czy kawałeczków drewna lokalnie szybko się podnosi, aż osiągnie temperaturę zapłonu i wtedy buchnie płomień.

Podobnie sprawa przedstawia się i z węglem kamiennym, naftą czy olejem napędowym. I tak temperatura zapłonu nafty wynosi średnio 74°C, a węgla 200°C.

Groźne pyły

A teraz zadam Ci inne pytanie.

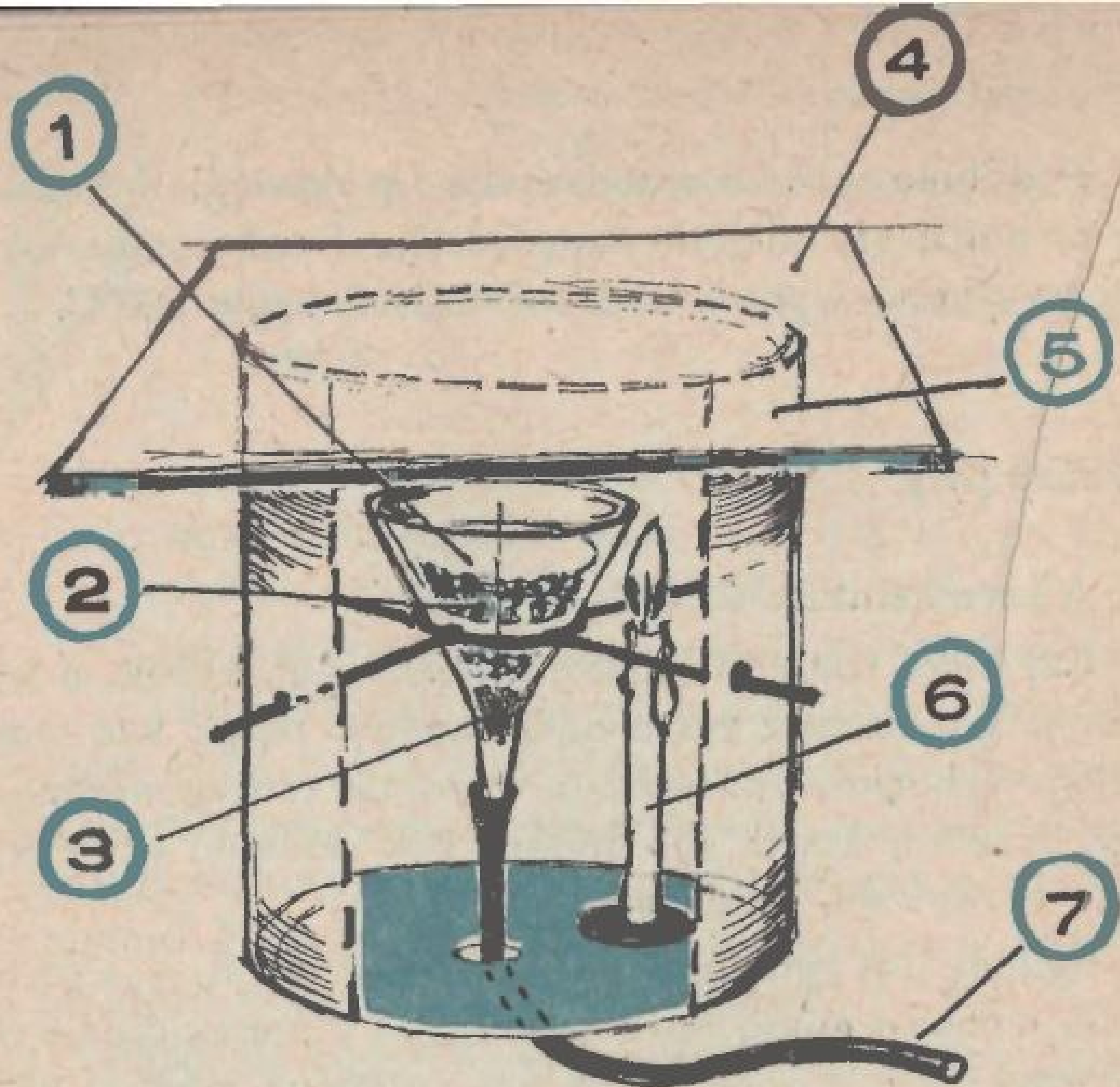
Czy ciała takie jak drewno, krochmal, korek, a więc znane Ci dobrze z życia codziennego, mogą być materiałem wybuchowym? Albo to samo, ale trochę inaczej. — Czy drewno, korek lub mąka, bez dodania jakichkolwiek chemikalii, mogą wybuchnąć?

Pytanie jest zastanawiające — stwierdzisz. — Cóż bowiem ciała te mogą mieć wspólnego z materiałami wybuchowymi? Niemniej w tak postawionym pytaniu kryje się prawdopodobnie jakaś tajemnica.

Starym zwyczajem, poszukamy odpowiedzi w doświadczeniu.

W dużej blaszance pojemności około 5 litrów, a więc takiej po marmoladzie lub farbie, mniej więcej w połowie jej wysokości, w bocznych ściankach wykonaj małe otworki. Przez otworki te poziomo przeprowadź cienkie druciki po to, aby w środku blaszanki też poziomo zamocować pierścień o średnicy 3—4 cm, wykonany z grubego drutu. Ale uwaga: pierścień, ten z grubego drutu, nie powinien znajdować się symetrycznie w środku blaszanki, przypatrz się zresztą dokładnie rysunkowi.

Z kolei, blisko dna blaszanki wywierć nieco większy



1 LEJEK

2 MĄCZKA

3 WATA

4 TEKTURA

5 BLASZANKA

6 ŚWIECZKA

7 RURKA IGELITOWA

otworek, tak abyś mógł przezeń przełożyć posiadanej grubości rurkę gumową lub igelitową.

Do pierścienia zamocowanego już w środku blaszanki włóż lejek (najlepiej metalowy), a na jego nóżkę naciągnij przeprowadzoną już przez otwór w dnie blaszanki rurkę gumową lub igelitową.

Teraz wkładasz do lejka luźny kawałek waty i sypiesz na to 1—2 łyżeczki mączki drzewnej (mogą to być suche i bardzo drobno przesiane trociny), mąki ziemniaczanej lub bardzo drobnych trocin korka, czyli po prostu pyłu korkowego.

Na dnie blaszanki postaw świeczkę osadzoną na małej podstawce. Świeczka powinna być tej wysokości, aby górna krawędź lejka była położona ponad nią o przynajmniej 4—6 cm. Po zapaleniu świeczki, górny otwór puszki przykryj kawałkiem tektury lub papieru, włóż szybko koniec rurki gumowej do ust i krótko lecz silnie dmuchnij. Najlepiej do tego doświadczenia użyć mieszek np. do pompowania materaców turystycznych.

Uwaga: pamiętaj, abyś natychmiast po dmuchnięciu rurkę silnie ścisnął palcami.

A więc do dzieła. Czy jesteś już gotów? W chwili dmuchnięcia następuje niegroźna mała eksplozja, doskonale widoczna, gdy doświadczenie przeprowadzisz w przyciemnionym pomieszczeniu.

Decyduje rozdrobnienie

A więc masz już nowe pytanie „dlaczego"? Okazuje się bowiem, że poczciwe drewno, używana do wyrobu budyni i krochmalenia bielizny mąka ziemniaczana i wreszcie korek mogą stać się czymś w rodzaju materiałów wybuchowych. Dlaczego?

Tym razem tajemnica kryje się w wielkości cząstek naszych ciał. Bowiem gdy drewno, korek, guma czy np. skóra są w postaci dużego kawałka, to w momencie ogrzewania ich do temperatury zapłonu, ciała te palą się zupełnie spokojnie..

Zaraz, zaraz. Ale co to znaczy z punktu widzenia chemicznego, jeśli mówimy, że jakieś ciało się pali?

— Jest to zwykłe utlenianie, czyli w danym przypadku, ponieważ są to ciała organiczne, łączenie się węgla z tlenem na dwutlenek węgla, a wodoru na parę wodną — odpowiadasz.

Świetnie. To mamy już wyjaśnione, możemy więc posuwać się dalej.

W czasie palenia się ciał, niezbędnego do tego celu tlenu dostarcza powietrze. Jak wiesz, zawiera go ono około 21%, resztę, praktycznie biorąc, stanowi w tym przypadku chemicznie bierny azot — 78% oraz 1% gazy szlachetne. Dlatego też, na skutek małej powierzchni palącego się przedmiotu oraz na skutek powolnego dopływu nowych porcji tlenu z powietrza na miejsce już związanego, palenie się drewna, korka czy skóry przebiega z umiarkowaną szybkością.

Zupełnie natomiast inaczej przedstawia się sprawa, gdy to samo ciało zostanie bardzo silnie rozdrobnione, czyli jego cząstki będą miały średnicę 0,01 — 0,0001 mm. Tak drobna zawiesina w powietrzu, zwana pyłem, stanowi nadzwyczaj niebezpieczną mieszaninę wybuchową. Dzieje się tak dlatego, iż wszystkie cząstki pyłów posiadają zdolność trwałego wiązania na swej powierzchni gazów, głównie tlenu.

Wyobraź sobie maleńką cząstkę drewna szczelnie otoczoną ze wszystkich stron drobinkami tlenu. Oczywiście, gdy tylko w jakimś punkcie temperatura odpowiednio się podniesie, następuje zapłon, a ponieważ każdy pyłek drewna, korka czy też krochmalu ma pod dostatkiem, a nawet w nadmiarze tlenu, spalanie zachodzi szybko i coraz energiczniej. Mianowicie, mamy tu do czynienia z tzw. reakcją lawinową. Spalanie się jednego pyłku dostarcza ciepła niezbędnego do zapalenia się już paru następnych. Te z kolei powodują zapalenie się kilkuset następnych itd., itd., aż w sumie powoduje to silną eksplozję.

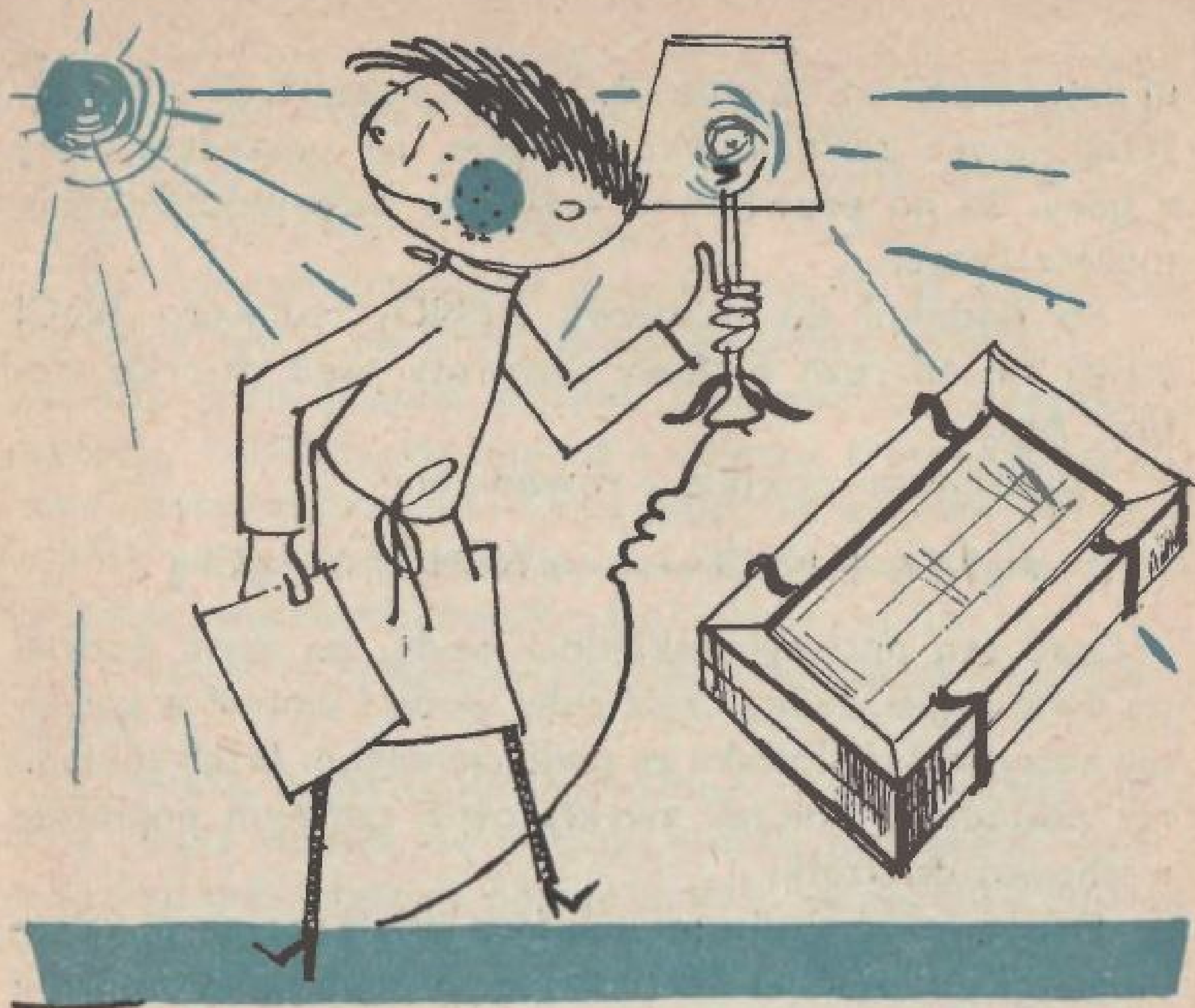
Liczne pożary i wybuchy w najróżniejszych fabrykach, takich jak: kwasu szczawiowego i kwasu salicylowego, w czesalniach wełny, włosia, podczas przerobu kości, skóry, bawełny, tytoniu, gumy, korka, a nawet w młynach, zakładach produkujących mleko w proszku, cukrowniach, czy tartakach i stolarniach udowodniły, iż każdy niemal pył substancji organicznej, obecny w odpowiednim stężeniu w powietrzu, może stanowić bardzo groźną mieszaninę wybuchową. Dlatego to, we wszystkich tego rodzaju zakładach, oprócz normalnych środ-

ków do zwalczania pożarów, instalowane być muszą specjalne wentylatory i odpylacze.

Szczególnie niebezpieczne są w skutkach eksplozje pyłu węglowego w kopalniach. Raz zainicjowane, dosłownie iskierką, zapalenie paru pyłków węgla przeradza się w potworną eksplozję, która w przeciągu sekundy niczym lawina przewala się korytarzami i szybami. Jedna eksplozja wznieca tumany pyłu, którego przecież w kopalniach nie brakuje, a tuman taki stanowi pożywkę dla następnego wybuchu itd. Dlatego też, aby uchronić górników przed taką straszliwą katastrofą, w kopalniach rozmieszczane są gęsto półki z pyłem kamiennym. W razie najmniejszego nawet lokalnego wybuchu, półki spadają, a pył kamienny wytwarza zasłonę, coś w rodzaju kurtyny, uniemożliwiającą rozprzestrzenianie się eksplozji.

Ta tak prosta metoda już niejednokrotnie uratowała życie setkom górników w kopalniach węglowych.





3. ŚWIATŁO WYWOŁUJE REAKCJĘ, CZYLI O FOTOCHEMII

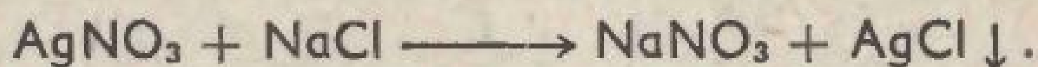
W probówce napełnionej do połowy wodą destylowaną rozpuść 2–3 kryształki azotanu srebra, $AgNO_3$. Z kolei w drugiej probówce sporządź stężony, wodny roztwór soli kamiennej, NaCl.

Teraz w przyciemnionym pokoju zawartość obu probówek zmieszaj razem w małej zleweczce. Podkreślam z całą stanowczością, że czynność tę oraz następne musisz wykonać w lekkim półmroku. Jeżeli jednak jesteś

uparty, bądź też tak się okropnie spieszysz, że nie zdążyłeś nawet zasłonić okna kocem, to uprzedzam Cię z góry, że na prawidłowe rezultaty doświadczenia nie możesz liczyć.

Po dodaniu do roztworu $AgNO_3$ roztworu NaCl strąci się od razu białawy serowaty osad chlorku srebra, AgCl.

Powstaje on zgodnie z równaniem:



$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow.$$

Osad ten przemyj dokładnie wodą, po czym podziel na dwie części. Jedną część zalej wodą i umieść w szczelnie zamykanym słoiczku ze szkła ciemnego. Jeżeli takiego nie posiadasz, słoiczek zwykły owiń czarnym papierem i schowaj do szafki.

Drugą część osadu przenieś na bibułę, po czym odrobinę AgCl umieść na kartce białego papieru i wynieś na pełne światło słoneczne.

Już po paru minutach zauważysz, że początkowo zupełnie biały osad AgCl przybierze odcień lekko niebieskawy, następnie fioletowy, a po 2—3 godzinach na papierze pozostanie czarny osad.

Parę „dlaczego"

Teraz weź resztę trzymanego dotychczas w ciemności chlorku srebra i podziel go na cztery części. Każdą część umieść oddzielnie na kawałku białego papieru.

Następnie pierwszą porcję owiń podwójnie złożonym

tomofanem[1]) barwy niebieskiej, drugą — żółtej, a trzecią czerwonej. Czwartą porcję pozostaw nie osłoniętą żadną folią. Całość, a więc wszystkie cztery próbki wynieś na pełne światło słoneczne.

Dokładnego przeglądu dokonaj po 15, a następnie po 30 i wreszcie po 60 minutach działania światła.

Oczywiście próbka niczym nie nakryta sczernieje zupełnie. Podobny los spotka i chlorek srebra nakryty tomofanem niebieskim. Osad pod tomofanem żółtym jedynie nieco zniebieszczeje, natomiast pod czerwonym zachowa swą niemal śnieżną biel.

Co mógłbyś powiedzieć o takich wynikach doświadczenia?

O, widzę, że jesteś lekko urażony. Przecież nawet nieduże dzieci wiedzą, że chlorek srebra na świetle czernieje, na tym przecież polega zasada fotografii i to tej staroświeckiej, czarno-białej. Słowem stare, nudne kawałki.

Niby racja, ale dlaczego w takim razie AgCl nakryty czerwonym tomofanem nie sczerniał?

— Jasne — odpowiesz. — Przecież po to właśnie w ciemniach fotograficznych używa się czerwone żaróweczki, żeby było widać, a jednocześnie, aby materiały fotograficzne się nie naświetlały.

To nie jest odpowiedź godna chemika, mój drogi. — Ja teraz znów konsekwentnie zadaję i zadawać będę

---

[1] Tomofanem nazywamy folię celulozową popularnie zwaną celofanem. Nazwa tomofan pochodzi od nazwy fabryki sztucznego jedwabiu celulozowego w Tomaszowie Mazowieckim, która wyrabia też i wspomnianą folię.

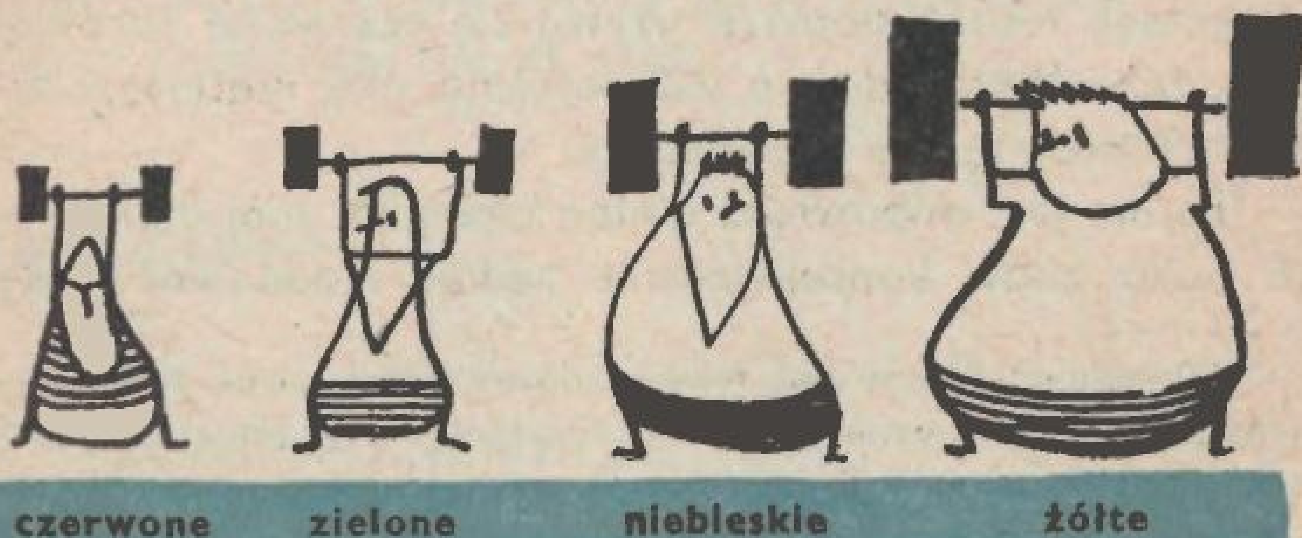
ciągle pytanie „dlaczego"? O właśnie, dlaczego AgCl czernieje w pełnym dziennym świetle, dlaczego czernieje nakryty tomofanem niebieskim, zaś nie czernieje nakryty tomofanem czerwonym? I wreszcie ostatnie „dlaczego" w ciemniach fotograficznych pracuje się przy czerwonych żarówkach?

Tym razem odpowiedzi jakoś nie słyszę.

Dlaczego tak się dzieje?

Tzw. światło białe, np. dzienne, w rzeczywistości składa się z promieni wszystkich kolorów tęczy, czyli fal o różnej długości. Każdemu kolorowi odpowiada inna długość fali. I tak — najkrótsze są fale promieniowania fioletowego, dłuższe już nieco fale promieniowania niebieskiego, dalej idą fale promieniowania zielonego i pomarańczowego, najdłuższe zaś są fale promieniowania czerwonego.

Każdy rodzaj promieniowania, czyli każda długość



fali niesie z sobą pewien zapas energii, zapas ten jest tym większy, im krótsza jest długość fali danego promieniowania. A więc fale promieniowania fioletowego posiadają najwięcej energii, niebieskiego czy zielonego już mniej, a czerwonego, jako najdłuższe oczywiście najmniej.

Na to, aby wywołać czernienie chlorku srebra, czyli rozkład tego związku z wydzielaniem czarnego, metalicznego srebra, czy też np. zapoczątkować syntezę chlorowodoru HCl z mieszaniny gazów $H_2 + Cl_2$, padającę fale świetlne muszą posiadać odpowiednią energię.

W dostatecznym stopniu posiada je światło białe i niebieskie, zaś światło żółte i czerwone jest po prostu „zbyt słabe".

Właśnie takie reakcje zachodzące bądź też zapoczątkowane przez światło, zwiemy fotochemicznymi, bowiem phos (czytaj fos) po grecku znaczy światło.

Na reakcjach fotochemicznych opiera się cały potężny dziś przemysł materiałów światłoczułych.

Same początki

Skoro jest już mowa o przemyśle materiałów światłoczułych, to opowiem ci ciekawostkę o ojcu fotografii, Francuzie **Daguerre.** W roku 1838 Daguerre dokonał bardzo ciekawego odkrycia. Stwierdził mianowicie, że na posrebrzonej blaszce miedzianej, którą podczas prac laboratoryjnych poddawał działaniu jodu, pojawił się

wyraźny i wierny rysunek gęsiego pióra. Mimo wielokrotnych prób przez długi czas nie udawało mu się jednak uzyskać po raz drugi takiego efektu.

Analizując i odtwarzając sobie w pamięci okoliczności, w jakich przypuszczalnie powstał za pierwszym razem obraz na płytce miedzianej, Daguerre przypomniał sobie, że posrebrzaną blaszkę miedzianą poddał działaniu par jodu, po czym położył ją na stole. Z potrąconego w pośpiechu postumentu wypadło gęsie pióro i upadło na płytkę. (W owych czasach pisywano jeszcze gęsimi piórami.) Dalej Daguerre przypomniał sobie, iż schował płytkę do szafy z odczynnikami i dopiero nazajutrz, po wyjęciu z niej płytki, zauważył rysunek pióra.

Nie mogąc jednak znaleźć rozwiązania tej zagadki Daguerre srebrzone płytki poddawał działaniu par jodu, kładł na nie różne przedmioty, wystawiał na działanie światła, a następnie chował je do tej samej szafy na parę dni. Okazało się, że i tym razem obrazy powstawały.

Usuwając kolejno z szafy odczynniki, doszedł wreszcie do tego, że powstawanie obrazów na płytce wywołują pary rtęci uchodzące z otwartego naczynia z tym metalem.

Zapewne jesteś ciekawy mechanizmu tego rodzaju tworzenia się obrazów.

Otóż powstający na powierzchni płytki jodek srebra jest, podobnie do swego krewniaka, chlorku srebra, również światłoczuły. Po nakryciu części płytki np. scyzorykiem, światło pada na powierzchnie nieosłonięte. W tych miejscach następuje rozpad jodku srebra i wydziela się srebro. Po umieszczeniu w parach rtęci, w miejscach

gdzie powstało z rozkładu jodku srebro, tworzył się amalgamat. W ten sposób na płytce ujawniał się zarys, kontur położonego poprzednio przedmiotu.

Oczywiście, że płytki pokryte jodkiem srebra były bardzo mało czułe i trzeba je było naświetlać parę godzin, niemniej najważniejszy krok został już uczyniony. W parę lat później, bo w roku 1840, pojawiają się pierwsze papiery z chlorkiem srebra, a w latach 1870 rozpoczyna się produkcja płyt i klisz z jeszcze czulszym bromkiem srebra.

W tym króciutkim opowiadaniu o Daguerre radziłbym Ci specjalnie zauważyć jeden szczegół. Uczony ten nie miał jeszcze tzw. „zielonego pojęcia" o podstawowych warunkach bezpieczeństwa pracy chemika. Trzymał przecież w szafie nie zamknięte naczynie z rtęcią, której pary nie tylko wywoływały obraz na płytce, ale w straszny sposób zatruwały powietrze w laboratorium.



4. ZMIANY BARWY I ROZPUSZCZALNOŚCI, CZYLI O PREPARATACH ŚWIATŁOCZUŁYCH

W jednym ze swych listów prosiłeś mnie o podanie przepisu na wykonanie takiego papieru, na jakim kopiowane są zwykle plany i rysunki techniczne.

Niestety, wykonanie takiego papieru w domowych warunkach jest niemożliwe, ale w zamian za to możesz sporządzić inne nieco rodzaje światłoczułych papierów, na których z powodzeniem da się kopiować rysunki.

Papiery oparte na związkach żelaza

Do wykonania takiego papieru potrzeba Ci będzie 0,3 g kwasu szczawiowego, 0,6 g chlorku żelazowego ($FeCl_3$) oraz 25 ml wody destylowanej. Podaną ilością odczynników możesz pokryć około 1 m^2 papieru. Aby otrzymać dobre wyniki, musisz baczną uwagę zwrócić na jego gatunek. Do Twoich celów najlepiej nadaje się biały, gładki papier bezdrzewny, np. maszynowy lub podaniowy.

A teraz uprzedzam, że prawie wszystkie zabiegi związane z wytwarzaniem papieru światłoczułego musisz wykonywać przy czerwonym świetle.

Zacznij od pokrojenia papieru w pożądany format. Następnie weź papier, pinezki, gładką deskę, kłębuszek waty, kawałeczek gazy i udaj się do zaciemnionego pomieszczenia. Tu napnij na deskę obok siebie 2—3 arkusiki papieru, po czym już przy czerwonym świetle, rozpuść w 25 ml wody destylowanej 0,3 g kwasu szczawiowego, a następnie 0,6 g chlorku żelazowego. W tym też czasie przygotuj tampon z waty owiniętej gazą. Gdy składniki są już rozpuszczone, roztwór dokładnie wymieszaj i zwilż nim tampon, a przy jego pomocy pokryj arkusze rozpięte na desce. Papiery musisz powlekać roztworem cienko, lecz równomiernie, aby nie pozostały wolne miejsca.

Po 15 minutach arkusze zdejmij z deski i zawieś za pomocą spinaczy na sznurku, a na deskę napnij nowe arkusze. Pokrytych arkuszy nie susz całkowicie, gdyż wówczas się pofałdują. Jeszcze lekko wilgotne ułóż jeden


WODA DESTYLOWANA
KWAS SZCZAWIOWY
CHLOREK ŻELAZOWY

na drugim, przekładając tekturką lub jeszcze lepiej folią polietylenową, a cały taki stos nakryj deseczką, na którą połóż coś ciężkiego. Po 12 godzinach takiego suszenia, gotowe już arkusze, w celu ochrony przed światłem, zawiń w parę warstw ciemnego papieru.

Na Twoim papierze można kopiować rysunki wykonane na kalce kreślarskiej czarnym tuszem lub czerwoną farbą. Taki rysunek połóż napisem do góry na arkuszu Twojego papieru, całość przyciśnij czystą szybą szklaną, kawałkiem zupełnie przejrzystego celuloidu lub pleksi i wystaw na działanie słońca na około 15 minut. Gdy dzień jest pochmurny, naświetlanie powinno trwać całą godzinę. Możesz też postąpić inaczej. — Kopiowany rysunek naświetlaj 20 minut z odległości 30—40 cm żarówką 100-watową poprzez kalkę kreślarską. Kalka jest w takim przypadku konieczna, aby uzyskać światło rozproszone.

Po naświetleniu arkusz papieru wywołuj przez 15 minut w czystej wodzie. Wywoływanie możesz już wykonywać przy świetle dziennym. Postępując w opisany sposób, otrzymasz czarne linie na lekko szarym tle.

Jeszcze lepsze wyniki otrzymasz, wywołując papier uczulony cytrynianem żelazowoamonowym.

W przyciemnionym pokoju rozpuść osobno:

a) 25 g cytrynianu żelazowoamonowego w 60 ml wody,

b) 9 g żelazocyjanku potasowego w 60 ml wody.

Teraz już przy czerwonym świetle zmieszaj oba roztwory w stosunku 1:1 i po wymieszaniu pokrywaj tym roztworem papiery. Zamiast używać tamponu, możesz

arkusz papieru bardzo ostrożnie kłaść na powierzchni roztworu nalanego do płaskiej kuwety fotograficznej. Po 2—3 minutach takiego pływania, arkusze rozwieś, aby obciekły i podeschły.

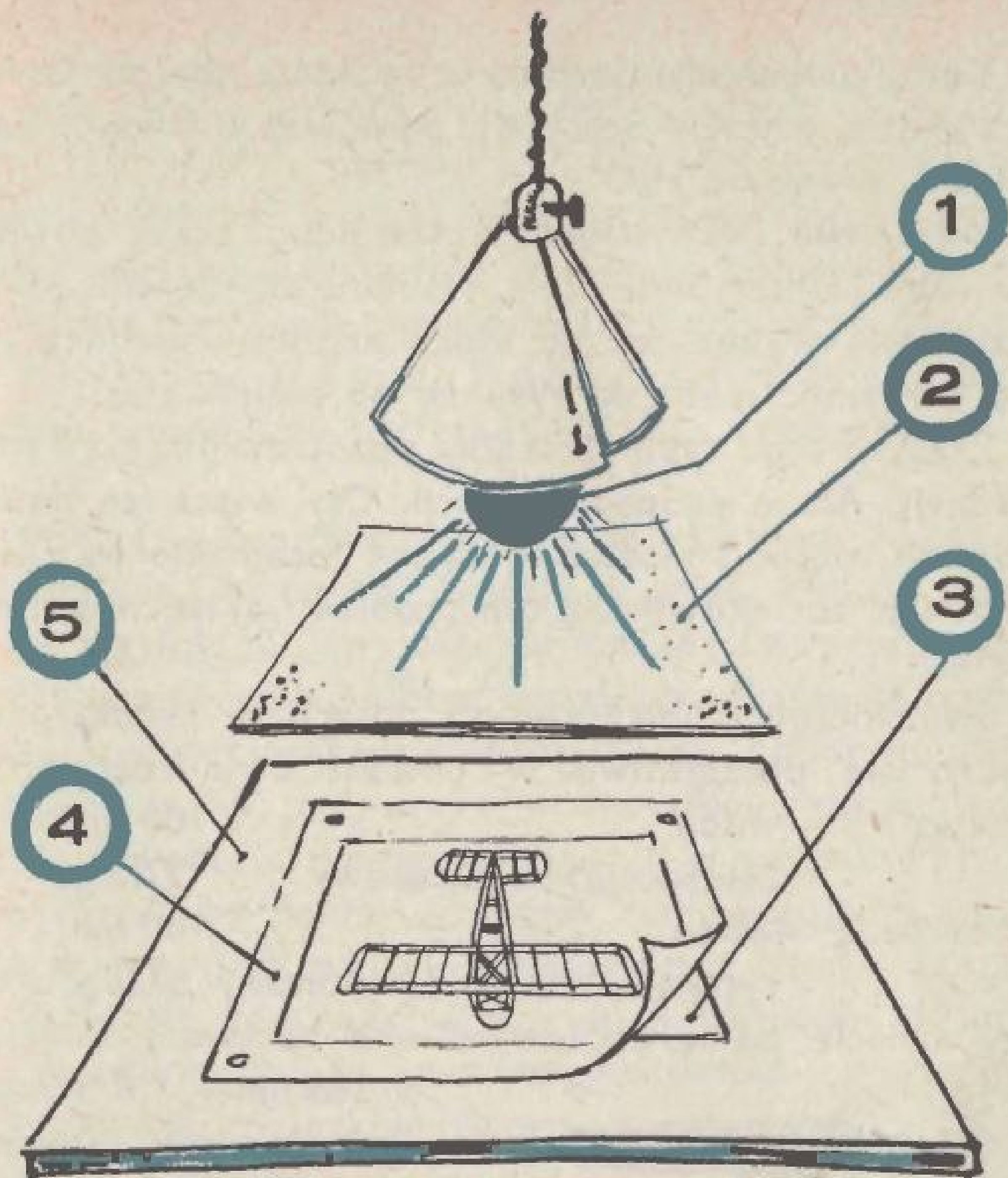
Zanim przystąpisz do kopiowania rysunków na swoim papierze, musisz najpierw zabawić się w kontrolera badającego jakość gotowego już wyrobu.

Pamiętaj, że światłoczuły papier wówczas jest właściwie wykonany, jeżeli światłoczuła mieszanina jeszcze nie naświetlona da się całkowicie usunąć z podłoża w kąpieli wodnej.

Jeżeli natomiast po kąpieli wodnej nie naświetlony papier będzie brunatny, świadczy to o niestaranności Twej pracy, a zarazem o bezużyteczności wykonanego papieru.

W przypadku jednak gdy, w co nie wątpię—Twoja kontrola techniczna postawi papierowi znak „1", czyli wysokiej jakości, możesz go zapakować w czarny papier, a jeden czy dwa arkusze przeznaczyć do doświadczeń „na gorąco".

Na arkuszu Twego papieru połóż rysunek wykonany czarnym tuszem na kalce, lub jakiś duży, efektowny liść. Przyciśnij to szybką, tak jak poprzednio, i całość poddaj działaniu słońca przez 10—15 minut lub 100-watowej żarówki przez około 30 minut. Podczas naświetlania zmienia się barwa papieru w tych miejscach, na które pada światło, mianowicie z szarej na niebieską. Czasy naświetlania podałem Ci tylko orientacyjnie, sam musisz już dobrać go tak, aby miejsca niezasłonięte rysunkiem stały się jednolicie niebieskie.



1 ŻARÓWKA 100 WAT

2 FILTR (KALKA TECHNICZNA)

3 PAPIER ŚWIATŁOCZUŁY

4 KALKA Z RYSUNKIEM

5 DESKA DO NAPINANIA RYSUNKÓW

Teraz przychodzi pora na utrwalanie obrazu. Utrwalacz będzie „raczej" dostępny, ponieważ jest w nim znów związek o wzorze H_2O.

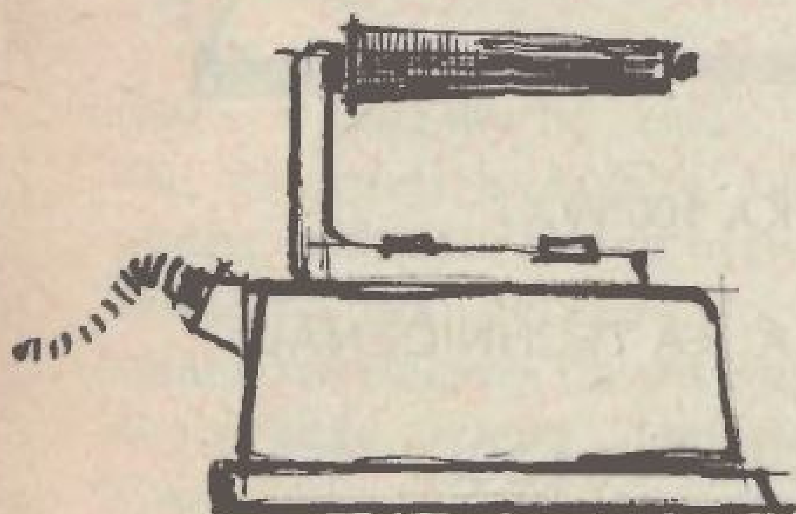
Właściwie naświetlona i utrwalona kopia powinna zawierać czyste, białe linie rysunku na niebieskim tle. Oczywiście wykonując na kalce negatyw rysunku możesz otrzymać niebieski rysunek na białym tle.

Zresztą tego typu szczegóły pozostawiam już Twojej inwencji. Ale à propos inwencji. Czy wiesz, że bardzo podobną metodą można otrzymać fotografie na tkaninach? Co, zaciekawił Cię ten problem? Służę więc przepisem.

Światłoczułą substancję do nasycania tkaniny sporządza się początkowo w postaci dwu roztworów:

roztwór 1 —	woda	100 ml
	żelazocyjanek potasowy	27,5 g,
roztwór 2 —	woda	100 ml
	cytrynian żelazowoamonowy	57,5 g.

Przy świetle pomarańczowym oba roztwory zmieszaj w stosunku 1:1 i nasyć nimi tkaninę. Suszenie tkaniny musi się odbywać w ciemności. Po wyschnięciu przy świetle pomarańczowym tkaninę należy przeprasować, ale pamiętaj — tylko letnim żelazkiem.



LETNIE ŻELAZKO = 80°C

Jeśli po wysuszeniu i wyprasowaniu tkanina jest jeszcze zbyt wiotka, powlecz ją z lewej strony cienko krochmalem (klejem z mąki ziemniaczanej) i prasuj letnim żelazkiem, ciągle pracując w świetle pomarańczowym.

Obraz negatywu kopiuje się na materiał po dobraniu na małym skrawku czasu naświetlania (w zależności od rodzaju negatywu i siły źródła światła, trwa ono 10—40 minut).

Wywoływanie obrazu na tkaninie odbywa się tak jak poprzednio, w czystej wodzie i trwa 15—20 minut.

Po wywołaniu i wysuszeniu tkaniny otrzymasz obraz o barwie niebieskiej. Obraz ten możesz następnie barwić. I tak np. chcąc otrzymać obraz czarny, odbarwia się go najpierw w 5% roztworze wodorotlenku amonowego, spłukuje wodą, a następnie zanurza w nasyconym wodnym roztworze taniny. Związek ten reagując z solami żelaza wytwarza właśnie połączenia o barwie czarnej.

Pozostaje nam więc jeszcze do wyjaśnienia, na czym to właściwie polega owa światłoczułość opisywanych przed chwilą związków żelaza.

Otóż podstawową reakcją chemiczną była tu redukcja soli żelazowych do żelazawych zachodząca pod wpływem światła. Reakcja ta przebiega specjalnie łatwo w obecności związków organicznych.

Obraz fotograficzny powstaje w ten sposób, że nie zmienione sole żelazowe lub też powstałe pod wpływem działania światła sole żalazawe tworzą ze składnikami warstwy światłoczułej lub wywoływacza barwne połączenia nierozpuszczalne w wodzie.

POZYTYW – SOLE ROZŁOŻONE



W zależności od tego, w jaki sposób powstaje połączenie barwne, rozróżnia się następujące techniki:

a) barwny związek powstaje z nie zmienionych (nie zredukowanych) soli żelazowych. W przypadku kopiowania rysunku otrzymujesz na kopii ciemne linie w miejscach odpowiadających ciemnym liniom oryginału, np. niebieskie linie na białym tle, lub też czarne linie na białym tle. Taki właśnie przykład miałeś z papierem pierwszym, zawierającym $FeCl_3$,

b) barwny związek otrzymujesz z powstałych pod wpływem światła soli żelazawych. Jest on negatywem. Ciemnym liniom oryginału odpowiadają jasne (na ciemnym tle) linie kopii. Tak właśnie było w przypadku drugim.

No, ale widzę, że masz jeszcze jakieś wątpliwości. Aha, rozumiem. Nabycie cytrynianu żalazowoamonowego nie jest łatwe. Ale dla chętnego nic trudnego. Mogę Ci więc podać przepis na jego otrzymanie, chociaż z góry uprzedzam cię, że synteza nie będzie najłatwiejsza.

Półproduktami do syntezy tego związku jest świeżo strącony osad wodorotlenku żelazowego $Fe(OH)_3$, kwas cytrynowy oraz wodorotlenek amonowy. Pracę zacznij od wykonania wodorotlenku żelazowego.

W tym celu sporządź 100 ml 10% roztworu chlorku żelazowego $FeCl_3$. Do roztworu tego dodaj 500 ml wody, 10 ml 10% wodorotlenku amonowego, NH_4OH i całość dopełnij do 2 l wodą. Wytrąca się wówczas osad wodorotlenku żelazowego. Osad ten należy przemywać przez dekantację wodą tak długo, aż do zaniku reakcji na chlorki. W tym celu do wody po płukaniu dodaj kroplę roztworu azotanu srebra, $AgNO_3$, jeżeli nie wytrąci się biały kłaczkowaty osad, świadczy to o nieobecności chlorków. Ale uwaga — do przemywania osadu $Fe(OH)_3$ musisz więc koniecznie używać wody destylowanej, gdyż w wodociągowej zawsze wykryjesz chlorki. Gdy uzyskasz już zanik chlorków, wówczas osad odsącz, lekko wyciśnij i rozpuść w roztworze o składzie:

140 ml wody,
36 g krystalicznego kwasu cytrynowego.

W celu przyspieszenia rozpuszczania się osadu, całość ogrzewaj do 50°C. Po rozpuszczeniu roztwór przesącz i wreszcie dodaj do niego 18 g krystalicznego kwasu cytrynowego (do nabycia w sklepach spożywczych).



Teraz następuje moment najważniejszy. Tak otrzymany roztwór należy zobojętnić, a następnie bardzo lekko zalkalizować stężonym wodorotlenkiem

NEGATYW – SOLE NIEROZŁOŻONE

amonowym. Odczynnik ten dodawaj więc powoli, stopniowo, bardzo małymi porcjami, mieszając stale roztwór. Jednocześnie papierkiem lakmusowym lub lepiej papierkiem tzw. uniwersalnym kontroluj odczyn. Najpierw trzeba osiągnąć zobojętnienie, a następnie dodać bardzo mały nadmiar wodorotlenku amonowego, aby roztwór był tylko lekko alkaliczny. Przypominam i ostrzegam, że czynność tę **musisz przeprowadzać bardzo ostrożnie,** aby nie dodać zbyt wiele wodorotlenku amonowego.

Teraz otrzymany roztwór cytrynianu żelazowoamonowego należy zagęścić, ale bardzo ostrożnie. Chodzi o to, aby podczas ogrzewania **nie przekroczyć temperatury 50°C,** gdyż inaczej nastąpi rozkład związku. Po uzyskaniu już konsystencji syropu, roztwór wylej *na szkło i susz w powietrzu* w temperaturze 40°C lub też wstaw do lodówki. Gotowy produkt jest brunatnym proszkiem lub łuskami, doskonale rozpuszczalnymi w wodzie.



Z pomocą soli srebra

A teraz wykonamy papier światłoczuły oparty, podobnie jak prawdziwy fotograficzny, na związkach srebra.

Aby uniknąć skręcania się i marszczenia papieru, jako podłoże radzę Ci użyć arkusiki kartonu lub brystolu.

Przystępując do prac chemicznych wykonasz teraz osobno 3 roztwory, które następnie utworzą światłoczułą emulsję:

1) 5 g żelatyny spożywczej zalej 80 ml zimnej destylowanej wody. Po 24 godzinach moczenia żelatyna spęcznieje i rozpuści się całkowicie. Rozpuszczenie żelatyny możesz przyspieszyć wstawiając naczynie do ciepłej wody. Po całkowitym rozpuszczeniu żelatyny, dodaj 0,5 g chlorku amonowego, NH_4Cl.
2) 2,8 g azotanu srebra, $AgNO_3$ rozpuść w 20 ml destylowanej wody.
3) 0,6 g kwasu cytrynowego rozpuść w 10 ml destylowanej wody.

Uwaga: wszystkie naczynia, w których przeprowadzasz rozpuszczanie składników, muszą być zupełnie czyste i przemyte wodą destylowaną.

Teraz wraz ze swoimi roztworami przenieś się do ciemni, gdzie będziesz musiał pracować przy świetle pomarańczowym. Wszystkie 3 roztwory wstaw do dużego naczynia z wodą o temperaturze ok 50°C, zlej je razem, dokładnie mieszając. Do roztworu 1 dolewaj mieszając roztwór 2, a dopiero następnie roztwór 3.

Po zmieszaniu całość ogrzewaj przez 5 minut w wodzie o temperaturze 50°C, po czym wylej do ogrzanego w wodzie płaskiego naczynia, np. małej kuwety fotograficznej. Emulsję wylewaj ostrożnie i z małej wysokości tak, aby uniknąć tworzenia się bardzo trudnych następnie do usunięcia pęcherzy powietrza.

Na powierzchni emulsji kładź arkusiki kartonu i pozostawiaj je tak przez 1 minutę. Po ostrożnym wyjęciu kartoniki zawieś za rogi i susz oczywiście w ciemni, w temperaturze pokojowej przez noc.

Następnego dnia, w celu wypróbowania swego światłoczułego papieru, połóż na nim w ciemni rysunek wykonany na kalce, żyletkę lub np. liść, przykryj czystą szybką szklaną i naświetlaj z odległości 20 cm żarówką 100-watową przez 2—3 minut. Naświetlony papier wywołaj w łatwym do nabycia zwykłym wywoływaczu np. Foton i utrwal też w zwykłym utrwalaczu Foton.

Jeśli wszystko wykonałeś starannie i czysto, wówczas po utrwaleniu otrzymasz na czarnym tle biały rysunek, bądź zarys żyletki czy liścia.

A może by tak sole chromu?

To, że sole srebra wykazują światłoczułość i pod wpływem światła rozkładają się do metalicznego srebra, z którego powstaje obraz, nie jest dla nikogo tajemnicą. Przecież na nich właśnie opiera się cały przemysł materiałów fotograficznych. Ale sole chromu? — to chyba coś nowego — zauważysz.

I tak, i nie.

Co prawda wykorzystanie światłoczułości związków chromu nie jest wśród amatorów popularne, ale za to przemysł, a zwłaszcza poligrafia, stosują je powszechnie i to w ogromnych ilościach.

Żeby nie było nieporozumień, muszę Ci wyjaśnić, że tak dosłownie, to same związki chromu nie są światłoczułe, a więc pod wpływem światła nie czernieją tak jak np. $AgCl$. Ich zastosowanie polega na zmianie rozpuszczalności, jaka zachodzi pod wpływem światła w niektórych roztworach koloidów, jak np. żelatyny, czy białka kurzego.

Proponuję Ci wykonanie takiego doświadczenia.

Ubij dokładnie pianę z białka jednego kurzego jaja, przenieś ją do szklanki i odstaw na 6 godzin. W tym czasie w 10 ml wody destylowanej rozpuść 0,5 g dwuchromianu amonowego, $(NH_4)_2Cr_2O_7$. Po około 6 godzinach piana z białka rozdzieli się i wówczas zlej ostrożnie zebrany na dnie płyn. Zawiera on jako główny składnik albuminę. Roztwór ten rozcieńcz podwójną ilością wody destylowanej, to jest na 1 ml roztworu albuminy weź 2 ml wody destylowanej, po czym dodaj parę kropli czerwonego atramentu.

Zabarwiony i rozcieńczony roztwór albuminy zmieszanej w ciemni 1:1 z przygotowanym poprzednio wodnym roztworem dwuchromianu amonowego. Tak otrzymaną mieszaniną oblej cienko arkusiki kartonu i wysusz je przez noc. Następnie na jeden suchy arkusik połóż żyletkę i wystaw papier na pełne działanie słońca na 1 godzinę. Potem naświetlony arkusik umieść w wodzie

i po 5 minutach przecieraj go lekko pod wodą zwitkiem waty. Przekonasz się, iż na arkusiku pojawiać się poczną na czerwonym tle białe zarysy żyletki.

Dzieje się tak dlatego, iż w obecności związków chromu, pod wpływem promieni świetlnych albumina zatraca rozpuszczalność w wodzie. Natomiast w miejscach osłoniętych przez żyletkę albumina jest nadal rozpuszczalna i dlatego zostaje przez wodę usunięta.

Emulsja chromowa w drukarni

Jak Ci już mówiłem, z faktu nierozpuszczalności naświetlonych emulsji chromowych korzysta przemysł poligraficzny przy sporządzaniu płyt do produkcji ilustracji. Na płyty cynkowe pokryte emulsją chromową kopiuje się optycznie (czyli za pomocą światła) negatyw rysunku. Miejsca naświetlone stają się nierozpuszczalne i dzięki temu w wodzie usunięta zostaje emulsja jedynie z miejsc nie naświetlonych, czyli odpowiadających rysunkowi. W tych więc miejscach zostaje odsłonięte podłoże — blacha cynkowa, którą następnie trawi się kwasami. Po trawieniu miejsca naświetlone stają się wypukłe, a pokryte farbą odciskają na papierze wierny rysunek.

Nauczę Cię teraz prostej metody, dzięki której będziesz mógł wykonać dla siebie ozdobny papier listowy, lub też modne dziś naklejki na książki, tzw. exlibrysy.

Pożądanego koloru pastylkę farby akwarelowej drobno sproszuj i rozpuść w 100 ml gorącej wody. Po godzinie całość przesącz przez gęsty gałganek i przesączem

tym zarób skrobię (mąkę ziemniaczaną) na rzadką pastę. Następnie tak otrzymaną barwną zawiesinę skrobi nakładaj bardzo cienko pędzelkiem na papier. Do tego celu musisz użyć papieru dobrego gatunku, gładkiego i dość grubego. Po wysuszeniu, papier, w celu nadania mu światłoczułości, połóż na 2 minuty na powierzchni roztworu o składzie:

50 ml wody destylowanej,
3 g dwuchromianu potasowego, $K_2Cr_2O_7$.

Uczulanie musisz tak wykonać, aby papier nie zatonął i aby jego druga strona nie została zamoczona. Uczulony już papier wysusz w ciemności.

Kopiowanie negatywu z błony fotograficznej, czy jakiegoś innego rysunku na kalce, wykonaj na słońcu przez 15 minut lub przez 40 minut przy świetle 100 W żarówki.

Następnie papier po stronie kopiowanej przemyj ostrożnie wodą. Ponieważ miejsca naświetlone stały się nierozpuszczalne, zatrzymują one barwnik. Natomiast z miejsc nie naświetlonych emulsja wraz z barwnikiem zostanie wypłukana wodą.

Po nabraniu wprawy możesz tą metodą otrzymać zupełnie niezłe odbitki w dowolnie wybranym kolorze.

A może by tak jodem?

W dotychczasowych naszych doświadczeniach, do wyrobu papierów i tkanin światłoczułych posługiwałeś się związkami żelaza, srebra, chromu. Teraz z kolei pro-

ponuję Ci zastosowanie do tego celu jodu. No jak? Nie bardzo wiesz o co chodzi?

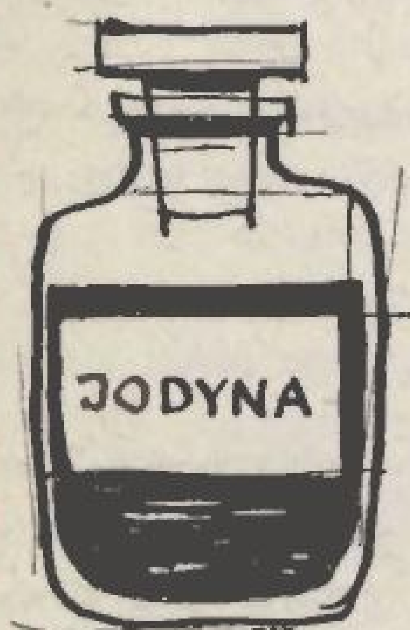
Po prostu wykonamy takie doświadczenie fotochemiczne, w którym jod będzie głównym bohaterem, to znaczy tym czynnikiem, który utworzy nam obraz.

Tym razem nasze podłoże będzie bardzo nietypowe, bowiem obraz wykonamy na liściu.

Oryginalne? Prawda? Liść. To nie żadna pomyłka drukarska. W dodatku musi to być liść żywy, rosnący, a nie zerwany.

Ale jeszcze przed tym doświadczeniem, zacznij od wybrania odpowiedniego negatywu. Musi on być ostry i raczej nie zawierać zbyt drobnych fragmentów. Ot, po prostu czyjaś sylwetka nad morzem, czy też pies na śniegu.

Oczywiście nasza przyszła odbitka na liściu powstanie metodą kopiowania stykowego, a więc nie ma mowy o powiększaniu. Dlatego też najodpowiedniejszy format negatywu będzie 6×6. Jeżeli odpowiedniego negatywu nie posiadasz, to trudno, usiądź przy stole i na kawałku kalki kreślarskiej czarnym tuszem wykonaj jakiś rysunek.



Teraz mając już negatyw, bądź rysunek, udaj się do ogrodu na poszukiwanie odpowiedniego liścia. A oto wymagania, które mu trzeba postawić.

WYWOŁYWACZ

Liść musi być odpowiednio duży, aby zmieścił się na nim rysunek, powinien być gładki i nie pomarszczony, aby negatyw dobrze doń przylegał, no a najważniejsze jest położenie liścia względem słońca. Musisz wybrać liść w takim miejscu, aby słońce padało nań przez cały dzień.

Dużo z tym będziesz miał kłopotu, ale obiecuję Ci, że warto się pomęczyć.

Na upatrzony liść połóż z samego rana negatyw, ale warstwą emulsyjną do góry. Pod liść podłóż gęsto dziurkowany kartonik i całość zamocuj, ale lekko i ostrożnie paru spinaczami biurowymi. Ponieważ tak obciążony liść będzie zwisał, musisz go jakoś podeprzeć od dołu, aby był odpowiednio ustawiony do słońca.

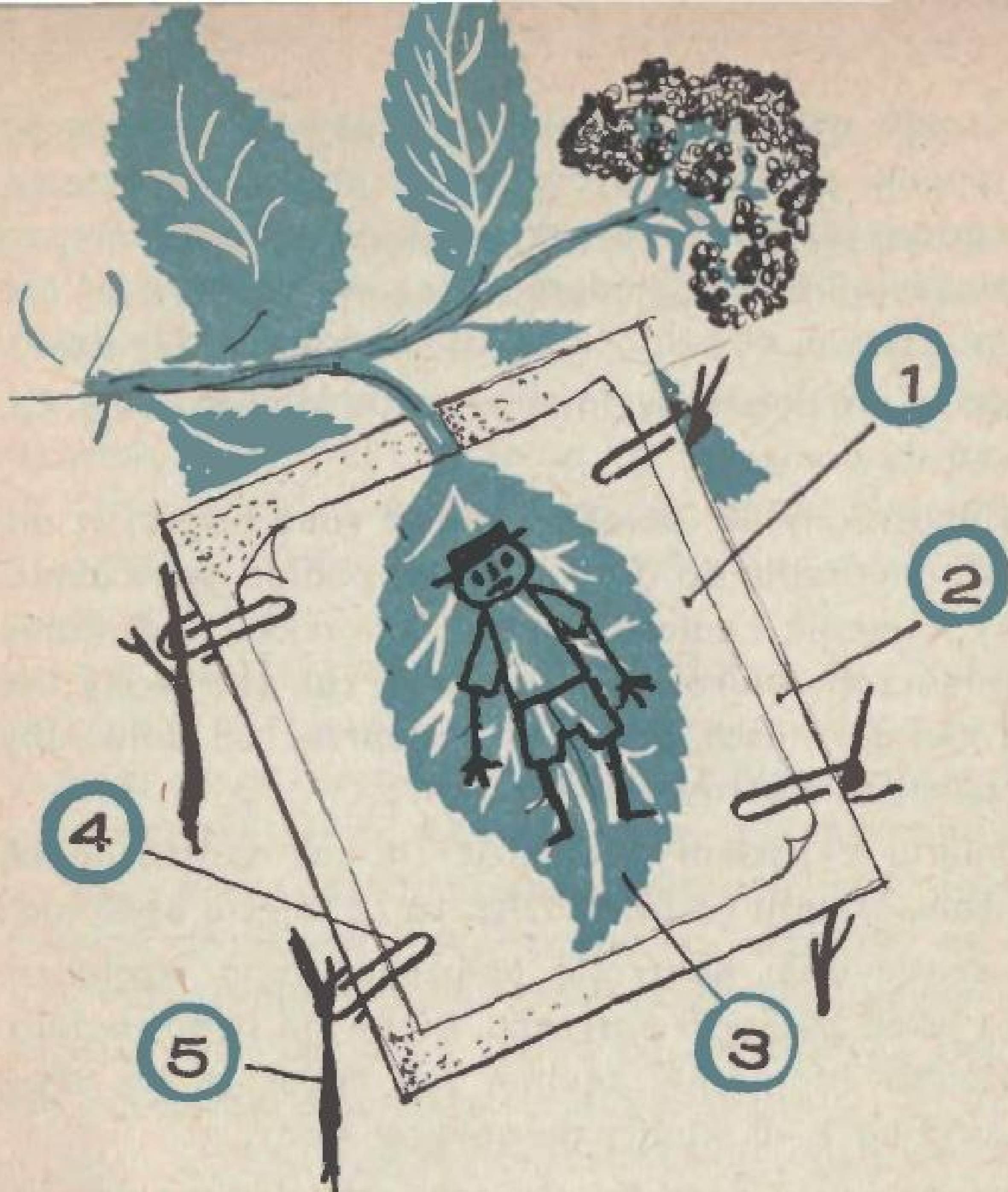
Pamiętaj z liściem obchodzić się jak najstaranniej i ostrożnie, bo jeśli go uszkodzisz, to ze zdjęcia będą nici.

W czasie dnia kontroluj położenie liścia względem słońca i jeżeli zachodzi potrzeba, ustaw go odpowiednio. Pod wieczór liść zetnij, zdejmij zeń negatyw, po czym liść zanurz na 1—2 minuty do gorącej wody.

Następnie liść przenieś do parowniczki napełnionej ciepłym alkoholem etylowym. Po tym zabiegu, którego celem jest rozpuszczenie chlorofilu, liść stanie się biały,

Nadchodzi moment decydujący — wywołanie utajonego obrazu. Na płaski spodeczek nalej cienką warstwę jodyny, stosowanej do dezynfekcji małych skaleczeń, i na ciecz tę połóż liść.

Natychmiast pojawi się na nim pozytywowy obraz. Jest on jasny na ciemnoniebieskim tle. Gdy więc obraz się już pojawi, liść opłucz dokładnie w wodzie i wysusz.



1 KALKA TECHNICZNA Z NANIESIONYM RYSUNKIEM

2 PODKŁADKA Z GĘSTO DZIURKOWANEGO KARTONU

3 LIŚĆ WŁOŻONY MIĘDZY KALKĘ A PODKŁADKĘ

4 SPINACZE BIUROWE

5 RUSZTOWANIE PODPIERAJĄCE

Oczywiście ciekawi Cię sam mechanizm powstawania takiej odbitki.

Jest on zupełnie prosty. Gdy świeci słońce, w komórkach liści wskutek reakcji fotosyntezy powstaje skrobia. Jeżeli więc część liścia zasłonimy i nie dopuścimy doń promieni słonecznych, to w tych miejscach skrobia się nie wytworzy.

Z kolei wywoływanie obrazu w jodynie polega na wykorzystaniu barwnej reakcji, jaką daje jod ze skrobią. Jodyna to przecież alkoholowy roztwór jodu. A w miejscach naświetlonych liścia w czasie dnia nagromadziła się skrobia. Miejsca te z roztworem jodu dały ciemnoniebieskie zabarwienie. Natomiast w miejscach zakrytych przez negatyw, skrobia nie mogła się wytworzyć, więc nie zabarwiły się one podczas wywoływania w roztworze jodu.

Jak wypadną odbitki na liściach, to już zależy od Ciebie, mnie zaś nie pozostaje nic innego, jak życzyć Ci przyjemnej zabawy i pięknych jej wyników.

A może przesłałbyś mi jakąś udaną odbitkę? Muszę się w tym miejscu przyznać, że bardzo lubię otrzymywać próbki wyników Twoich prac.



5. ZATYKAĆ CZY ODPYCHAĆ, CZYLI PRAWIE WSZYSTKO O IMPREGNACJI TKANIN

Niezawodnym wskaźnikiem zbliżania się lata, a wraz z nim i sezonu turystyczno-wycieczkowego, jest gwałtowny napływ listów pod moim adresem, zawierających pytania właśnie z dziedziny impregnacji. Rokrocznie otrzymuję więc listy z pytaniami, jak zaimpregnować namiot, powłokę kajaka-składaka, uodpornić na działanie wody wiatrówkę, płachtę, pelerynę.

Przypuszczam więc, że się nie obraziłeś, że Twoje

i Twoich kolegów liczne listy przyczyniły się do powstania tego rozdziału poświęconego, jak na chemików przystało, teorii i praktyce impregnacji tkanin.

Dokonujemy wyboru

Z pewnym uproszczeniem, wszystkie metody impregnacji podzielić możemy na dwie grupy. Pierwsza grupa metod nadawania tkaninom cechy nieprzepuszczalności wody, to tzw. powlekanie. Natomiast grupa druga rodzajów impregnacji polega na nadawaniu tkaninom hydrofobowości, czyli własności niezwilżalności wodą.

Powlekanie polega na dokładnym pozamykaniu wszystkich porów tkaniny i pokryciu jej jednolitą powłoką substancji nie przepuszczającej wody. Jeśli zabieg powlekania zostanie wykonany starannie, wówczas otrzymasz tkaninę naprawdę wodoszczelną, ale też i nie przepuszczającą powietrza.

Jasne, że z tkaniny takiej nie można uszyć ubrania, gdyż byłoby w nim za duszno i niehigienicznie. Z tych samych powodów metodą powlekania nie można impregnować całych namiotów z podłogą, można natomiast w ten sposób impregnować powłoki kajaka-składaka, peleryny, płachty, czy też same podłogi namiotowe.

Natomiast drugi rodzaj impregnacji tkanin polega na nadaniu im hydrofobowości, czyli — tłumacząc dosłownie to greckie określenie — nadaniu im wodowstrętu.

Wykonaj więc, proszę, takie doświadczenie. — Szczotką z mydłem umyj dokładnie płytkę szklaną. Jeżeli po-

POWIERZCHNIA HYDROFILOWA



siadasz płyn do mycia „Ludwik", to za jego pomocą dokładnie odtłuść szklaną płytkę. Z kolei płytkę opłucz starannie wodą i wytrzyj do sucha. Teraz ustaw ją ukośnie pod kątem 45° i polewaj cienkim strumieniem wody. Tylko uważnie obserwuj zachowanie się wody na szkle. Oto wylana w jednym miejscu, zaczyna się po szkle rozpełzać tak, że po chwili powierzchnia płytki zostaje już pokryta cieniutką, jednolitą warstewką wody. Takie zachowanie świadczy o tym, że woda dobrze zwilża powierzchnię szkła, ale z małym zastrzeżeniem, żeby szkło było uprzednio bardzo dokładnie wymyte.

Takie więc szkło **jest hydrofilowe,** „wodolubne".

Wobec tego wykonamy teraz doświadczenie przeciwne. Mianowicie płytkę szklaną potrzyj watką umoczoną w oleju jadalnym czy oleju samochodowym. Tak spreparowaną płytkę lub napiętą folię polietylenową ustaw pod kątem 45° i polewaj ją wodą. Tym razem woda nie rozpływa się po powierzchni płytki czy folii, lecz zgromadzi się na niej w postaci kropli.

W takim przypadku mówimy, że powierzchnia szkła i polietylenu **jest hydrofobowa,** gdyż wodę odpycha, nie wiąże jej ze swoją powierzchnią. Gdy silnie dmuchniesz lub nawet energicznie wstrząśniesz płytką,

woda zebrana w kroplach spadnie i płytka będzie prawie zupełnie sucha.

Takie zachowanie się płytki nie jest jednak wcale zasługą szkła, lecz warstewki oleju. To właśnie te substancje są hydrofobowe, czyli wodę odpychają i nie są przez nią zwilżane. Nie zwilżany przez wodę jest również i polietylen, który w dotyku sprawia wrażenie tłustego.

Powracając wreszcie do sprawy impregnacji tkaniny, możemy ją też uczynić hydrofobową, czyli przez wodę niezwilżalną. Do tego rodzaju impregnacji tkanin używa się więc substancji, które podobnie jak tłuszcz lub polietylen, wodę odpychają i nie pozwalają na zwilżenie włókna. Przy tym sposobie impregnacji pory tkaniny pozostają niewypełnione, czyli przepuszczają one swobodnie powietrze. Tak właśnie powinno się impregnować odzież osobistą, a więc wiatrówki, skafandry oraz boki i ewentualny dach namiotu.

I znowu proponuję proste doświadczenie. — Kawałek dowolnej, lecz dość gęstej i zupełnie suchej tkaniny, powiedzmy dobrego płótna pościelowego, rozetnij na 2 kawałki. Jeden z nich napnij ukosem pod kątem 45° i polewaj wodą. Po chwili tkanina nasiąknie i woda zacznie przez nią przeciekać. Natomiast drugi kawałek tej samej tkaniny zwilż cienko, lecz równomiernie rzadkim olejem.



POWIERZCHNIA HYDROFOBOWA

Po tak spreparowanej tkaninie woda spływa, a tkanina nie nasiąka. Jest to wynikiem niezwilżalności włókien przez wodę.

O tkaninie parę słów

W zależności od potrzeby i przyszłego zastosowania, dokonałeś już wyboru jednej z dwu opisanych metod impregnacji. Teraz trzeba się więc zająć samą tkaniną.

Niezależnie od rodzaju przyszłej metody impregnacji, tkanina przeznaczona do tego zabiegu musi być zupełnie czysta i sucha. A więc uprzedzam i ostrzegam — impregnowanie tkaniny nowej, czyli jeszcze z apreturą,



jak również używanej, lecz brudnej, zakurzonej, poplamionej, nie da pożądanych rezultatów. Przecież impregnat musi osiąść na włóknach i dobrze się z nimi związać. Tymczasem apretura, brud, kurz, bądź też resztki dawnego impregnatu przeszkadzają temu.

Stąd prosty wniosek, iż tkaninę przeznaczoną do impregnacji trzeba starannie uprać, a następnie dokładnie wysuszyć. Zbagatelizowanie tych warunków srogo się może na Tobie zemścić, np. w pierwszą deszczową noc spędzoną pod namiotem własnego wyrobu.

I jeszcze słowo o wyborze samej tkaniny.

Do impregnacji metodą powlekania użyć możesz tkaninę niezbyt gęsto tkaną, ale znowu bez przesady, np. rzadka juta workowa już się do tego nie nadaje. Natomiast do impregnowania sposobem nadawania niezwilżalności wybierać trzeba tkaniny tkane jak najgęściej.

Pierwsza metoda impregnacji — powlekanie

Przygotowaną tkaninę rozpina się na odpowiedniej ramie i za pomocą szerokiego pędzla powleka roztworem o składzie:

20 ml oleju lnianego,
15 ml pokostu lnianego.

Pokost lniany otrzymasz przez gotowanie w przeciągu 3 godzin 15 ml oleju lnianego z 1 g minii. Przypominam, że minia jest to tlenek ołowiu, czerwony, ciężki proszek,

używany przez hydraulików do uszczelniania złącz, jak również spełnia rolę pigmentu w farbach do malowania stali.

Przy ogrzewaniu oleju pamiętaj, że jest to substancja palna, a ponadto gorący olej może spowodować bardzo niebezpieczne oparzenia. Musisz więc pracować rozważnie i koniecznie w grubych rękawicach.

Gotowy roztwór oleju z pokostem ogrzewaj do 40—50°C i od razu na ciepło powlekaj nim tkaninę. Tkaninę wystaw potem na cały dzień na słońce, następnie powlecz po drugiej stronie i ponownie wystaw na słońce.

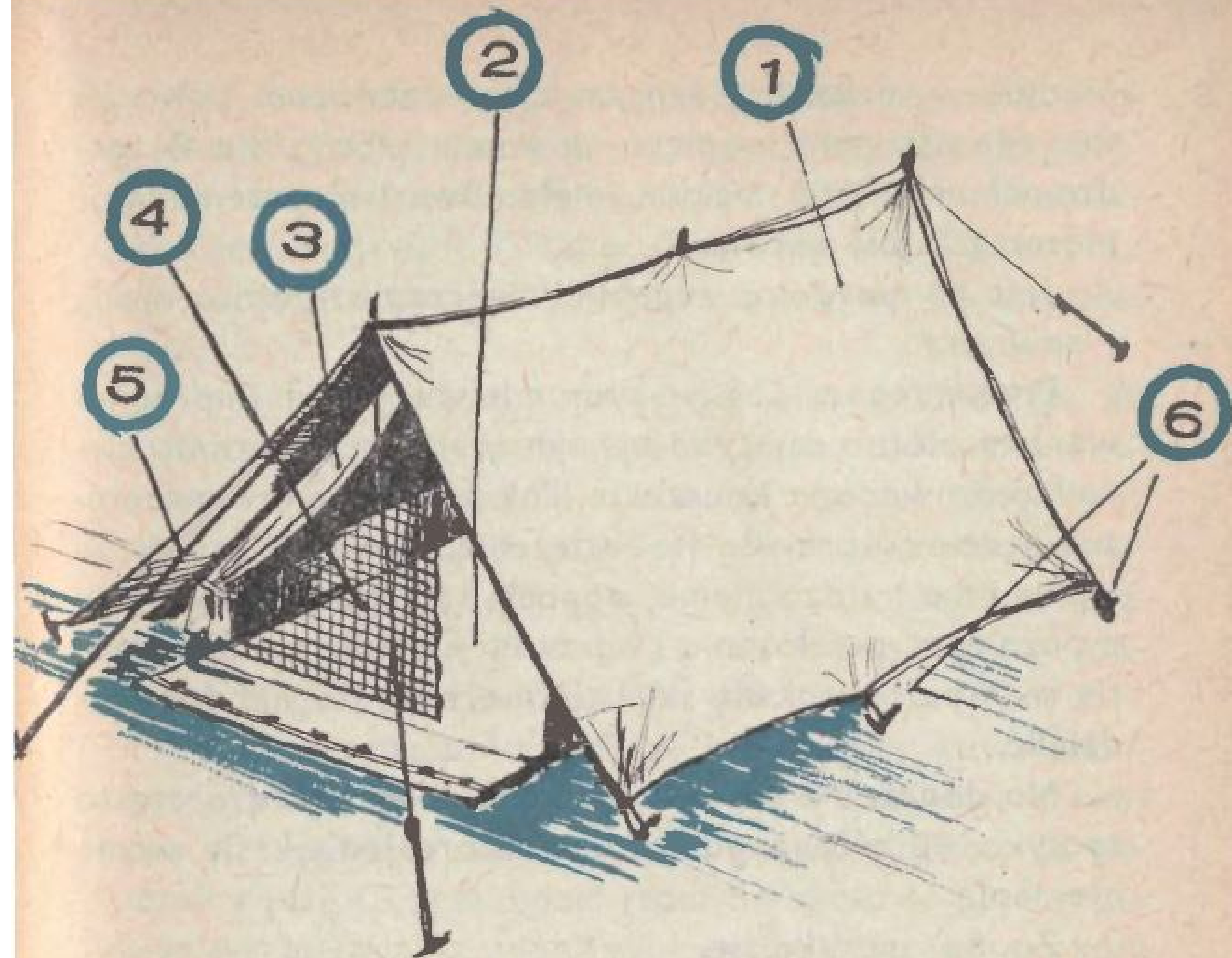
Nasyconą olejem tkaninę trzeba powiesić na słońcu z dala od jakichkolwiek materiałów palnych. Pod wpływem reakcji z tlenem, przyspieszonej jeszcze promieniami słońca, tkanina nasycona olejem może się rozgrzać aż do samozapłonu.

Tak spreparowana tkanina jest oczywiście nieco sztywna, prawie nieprzepuszczalna dla powietrza, ale zato nieprzepuszczalna również dla wody.

Drugi sposób na dokładne zaklejenie porów w tkaninie przedstawia się następująco:

250 ml oleju lnianego,
60 g niewulkanizowanego, drobno pokrojonego kauczuku (tzw. słonina, guma indyjska z zelówek),
35 g siarczanu żelazawego, $FeSO_4$,
10 g siarczanu cynkowego, $ZnSO_4$.

W podanej ilości oleju rozpuść na gorąco kauczuk po czym dodaj pozostałe składniki i całość bardzo do-



1 TROPIK IMPREGNOWANY

2 PODŁOGA GUMOWANA

3 NAMIOT WŁAŚCIWY

4 MOSKITIERA

5 LINKI NAPINAJĄCE

6 ŚLEDZIE

kładnie wymieszaj. Gorącym tym roztworem pokrywa się jednostronnie rozpięte na ramie płótno. Po 24 godzinach schnięcia miękkie, niełamliwe i nieprzemakalne płótno już jest gotowe.

Jest to powłoka zupełnie nieprzepuszczająca wody i powietrza.

Przestrzegam Cię w tym miejscu przed impregnowaniem płótna czystymi benzynowymi roztworami niewulkanizowanego kauczuku. Tak zaimpregnowane płótno będzie co prawda wodoszczelne, ale jest ono zawsze lepkie i ma bardzo niemiły zapach, szczególnie na słońcu, a poza tym, po złożeniu i ogrzaniu na słońcu, np. w czasie transportu, tak się sklei, że może się już nie dać rozdzielić.

No dobrze — mówisz — ale przecież bardzo często spotyka się płótna gumowane, które jednak się wcale nie lepią.

Zgoda, spotyka się.

Fabrycznie gumowanie tkanin odbywa się następująco. — Na płótno maszynowe nakłada się mieszankę kauczukową rozpuszczoną w benzynie, po czym płótno poddaje się suszeniu. Po odparowaniu benzyny pozostaje na tkaninie cienka warstewka kauczuku. Aby tę warstewkę kauczuku zwulkanizować, tkaninę wprowadza się do kotła ogrzewanego parą, bądź też poddaje się działaniu par chlorku siarki. Wulkanizacja w parach chlorku siarki przebiega w temperaturze 30—40°C i trwa około pół godziny.

Pierwszą czynność, czyli pokrycie płótna roztworem kauczukowym, można przeprowadzić w warunkach do-

mowych stosunkowo łatwo. Jak jednak wykonać wulkanizację? Po wyparowaniu benzyny na płótnie pozostanie warstewka kauczuku, która jako niewulkanizowana jest nietrwała i lepka. O zbudowaniu komory do wulkanizacji parami chlorku siarki nie ma co w ogóle marzyć.

Ale nie ma jeszcze powodu do załamywania rąk, bo można postąpić w tym przypadku nieco inaczej. A mianowicie, do sporządzania roztworu kauczukowego użyj mieszankę zawierającą już siarkę i przyspieszacze wulkanizacji. Mieszanki takiej oczywiście sam nie wykonasz, lecz nabędziesz ją w zakładzie wulkanizacyjnym, w którym służy ona jako materiał na łatki.

Kupioną mieszankę pokraj na drobne kawałeczki, umieść w szczelnie zamykanym słoju i zalej czystą benzyną. **Ostrożnie, ciecz bardzo łatwo palna.** Na początek radzę Ci sporządzić roztwór około 15%. Gdy po całkowitym rozpuszczeniu się mieszanki (trwa to około 24 godzin) stwierdzisz, że roztwór jest za gęsty, wówczas rozcieńcz go nieco benzyną. Pamiętaj, że do gumowania tkanin nie można stosować roztworów zbyt gęstych, gdyż nie wnikają one dobrze w przestrzenie między włóknami tkaniny. Z drugiej strony jednak, roztwory zbyt rozcieńczone zawierają bardzo mało substancji suchej. Inaczej mówiąc, po odparowaniu rozpuszczalnika na płótnie powleczonym roztworem rozcieńczonym, pozostaje zbyt cienka warstewka kauczuku.

Aby otrzymać warstewkę grubszą, zabieg powlekania musisz powtórzyć kilkakrotnie. Zwróć uwagę, aby przed przystąpieniem do ponownego powlekania roz-



tworem warstwa poprzednia była dokładnie wysuszona.

Nie zapomnij również o dokładnym wymieszaniu roztworu przed każdym powlekaniem, gdyż w skład użytej mieszanki oprócz kauczuku wchodzą jeszcze przecież dodatki często nie rozpuszczające się w benzynie. Dodatki te są bardzo dokładnie rozdrobnione, po wymieszaniu więc roztworu wytworzą dosyć trwałą zawiesinę. Po paru jednak godzinach zawiesina ta opadnie na dno słoika. Jeślibyś więc pokrył płótno tylko samym roztworem, to w powstającej warstewce kauczuku zabraknie substancji niezbędnej do wulkanizacji.

Po 2—3-krotnym powleczeniu, gdy powstała warstwa posiadać już będzie odpowiednią grubość, możesz przystąpić do wulkanizacji. Jeśli powlekasz mały skrawek płótna, wówczas do wulkanizowania kauczuku wystarczy Ci żelazko do prasowania. Aby zapobiec przyklejaniu się do żelazka zmiękczonego przez ogrzanie kauczuku, powierzchnię jego posyp cienko talkiem. Następnie połóż kartkę papieru i dopiero postaw na niej żelazko do prasowania.

Musisz teraz bacznie obserwować temperaturę żelazka. Powinna ona wynosić 120—130°C. Włącz więc żelazko do sieci i co pewien czas zwilżonym palcem sprawdzaj, czy syczy już przy dotyku. Charakterystyczne sy-

czenie przy dotyku mokrym palcem dowodzi, że osiągnęło ono już temperaturę do 120°C. Gdy posłyszysz więc syczenie, żelazko wyłącz i nadal co pewien czas przeprowadzaj próby mokrym palcem. Po paru minutach, gdy żalazko już trochę ostygnie i przestanie syczeć głośno, włącz je ponownie do sieci, aby się podgrzało.

Postępując w ten sposób postaraj się, aby temperaturę około 120°C utrzymać przez co najmniej 15 minut. Po tym czasie warstewka kauczuku na płótnie zostanie już zwulkanizowana, zatraci swą lepkość, a nabierze wytrzymałości.

Tak możesz gumować jedynie stosunkowo małe powierzchnie. Nie sposób bowiem zwulkanizować żelazkiem do prasowania np. całej płachty namiotowej czy powłoki składaka.

Gdybyś chciał otrzymać impregnowane płótno warstwowe, dwa kawałki tkaniny powlecz dwukrotnie, lecz tylko po jednej stronie. Po drugim powleczeniu nie susz płócien do końca i gdy powierzchnie gumowane są jeszcze lepkie, złóż stronami powleczonymi do siebie, mocno ściśnij i przeprowadź wulkanizację. Ponieważ jednak ciepło z żelazka przechodzić teraz musi do kauczuku poprzez tkaninę, czas wulkanizacji w temperaturze 120°C musisz przedłużyć do 30 minut.

Druga metoda impregnowania — hydrofobizacja

Do nadawania tkaninom niezwilżalności stosuje się dziś powszechnie rozpuszczalne w wodzie produkty białkowe, a więc klej kostny, żelatynę, kazeinę. Przemiany tych produktów na związki nierozpuszczalne w wodzie można dokonać metodami:

1) przez działanie dwuchromianem potasowym i naświetlanie,

2) za pomocą taniny,

3) przez działanie aldehydem mrówkowym (formaliną),

4) przez działanie w podwyższonej temperaturze solami glinowymi.

Do wodouodpornienia tkanin stosuje się zasadniczo dwa ostatnie sposoby, przy czym obróbka za pomocą formaliny jest stosowana niechętnie ze względu na uciążliwość i szkodliwość par tego aldehydu dla zdrowia. Utrwalenie substancji białkowych przeprowadza się więc głównie solami glinowymi.

Typową operacją wodouodporniającą, dwukąpielową, stosowaną w przemyśle od kilkudziesięciu lat, jest działanie solami glinowymi na roztwory kazeiny. Kazeinę rozpuszcza się w wodzie oraz dodaje do roztworu 5% mydła. Przygotowaną mieszaniną nasyca się tkaniny namiotowe, płaszcze czy też inne wyroby, wyżyma, a następnie kazeinę i mydła przeprowadza się w związki nierozpuszczalne przez obróbkę gorącym roztworem octanu glinowego.

Roztwory kleju, żelatyny, kazeiny w octanie glinowym

i kwasie octowym stanowią łącznie z emulsjami parafinowymi i woskowymi główne składniki wielu handlowych preparatów emulsji wodouodporniających.

W środowiskach kwaśnych kazeina może tworzyć z glinem produkty odznaczające się po wysuszeniu dużą wodoodpornością. W oparciu o to spostrzeżenie oraz znając jednocześnie dobre własności emulgujące alkalicznych roztworów kazeiny, przygotowuje się obecnie preparaty wodouodporniające.

Podczas suszenia wytwarza się na tkaninie środowisko kwaśne, w którym kazeina z glinem daje w efekcie wybitną wodoodporność, czyli właśnie hydrofobowość.

Z produktów handlowych opartych na zastosowaniu substancji białkowych, wymienię Ci Petefobole. Są to preparaty, w skład których obok produktów białkowych wchodzą emulsje parafinowo-woskowe. Do tej grupy trzeba zaliczyć również Petefobol BX, produkt polskiego przemysłu tłuszczowego.

Ponieważ produkt ten jest dostępny w handlu, powiem Ci o nim kilka słów. Petefobol BX jest emulsją parafiny i wosków syntetycznych w roztworze mrówczanu glinowego oraz kleju skórnego. Ma on postać białej, żelatynowatej masy, łatwo tworzącej emulsję. Używany jest on do impregnacji wszystkich rodzajów włókien.

Odzież lub tkaninę impregnuje się w kąpieli zawierającej w litrze 10—15 g Petefobolu. Ilość kąpieli powinna być taka, aby impregnowaną sztukę można było swobodnie w niej zanurzyć. Temperatura kąpieli powinna wynosić ok. 40—50°C. Petefobol przed dodaniem do

kąpieli rozrabia się 2—3-krotną ilością gorącej wody, aby otrzymać jednolitą emulsję, którą następnie należy dodać do wody. Impregnowany wyrób trzeba przetrzymać w kąpieli 10—15 minut, wyciskając od czasu do czasu rękami tak, aby zapewnić lepsze nasycenie tkaniny emulsją. Potem tkaninę wyjmuje się z kąpieli, lekko wyciska, suszy na powietrzu i prasuje na sucho.

A teraz jeszcze dwa przepisy na impregnaty własnego wyrobu.

Do 0,1 l 10% roztworu kleju zwierzęcego w wodzie dodaj 10 g octanu glinowego i mieszaninę tę ogrzewaj do 60°C aż do chwili, gdy roztwór stanie się jednorodny. Wówczas na gorąco dodaj 12 g parafiny lub wosku oraz 12 g wazeliny, po czym całość dokładnie wymieszaj. Otrzymaną w ten sposób emulsję rozcieńcz wodą w stosunku 60 g emulsji na 1 litr wody.

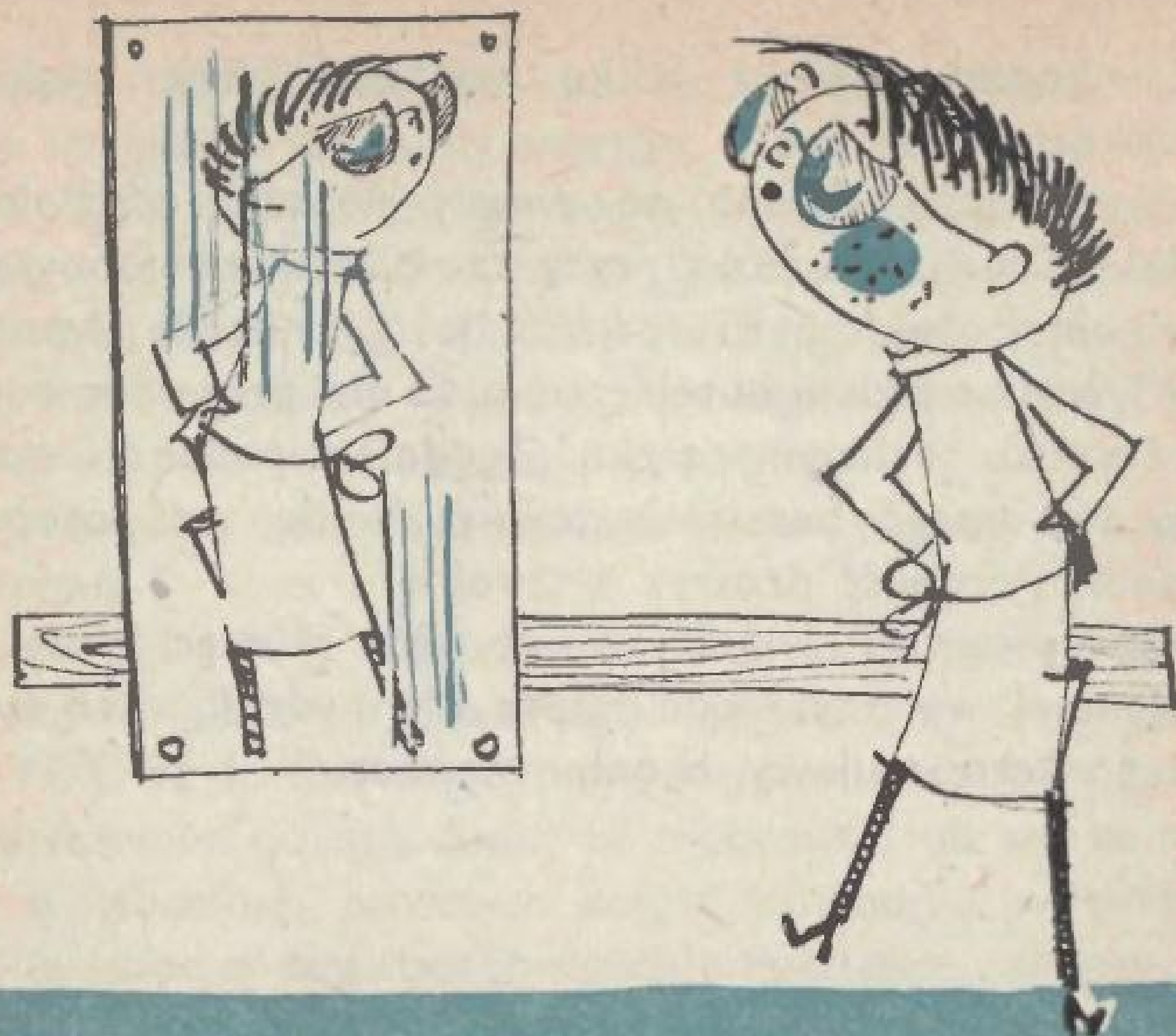
Tkaniny przeznaczone do impregnacji mocz w takim roztworze emulsji ogrzanym do 40°C przez 30—40 minut. Po wyjęciu z roztworu tkaninę wysusz rozwieszoną na ramie, a następnie prasuj na sucho gorącym żelazkiem.

W 1 litrze przegotowanej wody lub świeżej deszczówki rozpuść 2,5 g ałunu, czyli siarczanu glinowo-amonowego, i zanurz w tym roztworze tkaninę na przeciąg 24 godzin. Następnie wyjmij ją, odczekaj aż nieco obcieknie, po czym włóż do drugiego naczynia z roztworem o składzie — 1 litr wody przegotowanej i 13 g octanu ołowiowego. Po 48 godzinach, w czasie których tkaninę musisz co kilka godzin przewracać i mieszać, wyjmij ją, rozwieś a po lekkim przeschnięciu prasuj gorącym żelazkiem aż do wysuszenia. Aby usunąć nadmiar białego na-

lotu, tkaninę możesz lekko wyszczotkować miękką szczotką.

W podobny sposób, to znaczy poprzez oddzielną, kąpiel w dwu roztworach, możesz nadać hydrofobowość tkaninom stosując preparat handlowy o nazwie „Impregnol''. Jest to płyn w buteleczce, a do niej przymocowaną jest torebka suchego proszku. Zgodnie z podaną instrukcją, zawartość butelki rozcieńcz wodą, zaś osobno w wodzie rozpuść proszek z torebki.

O impregnacji wiesz już wszystko, a więc życzę Ci przyjemnej wycieczki pod naprawdę hydrofobową i to nawet w czasie ulewy, tkaniną namiotu.



6. *KINO ZA DARMO, CZYLI O LUSTRACH PÓŁPRZEPUSZCZALNYCH*

Wyobraź sobie następującą sytuację. — W przejściu, w korytarzu czy hallu teatralnym wisi duże lustro. Większość przechodzących osób zatrzymuje się przed nim. Panowie przyczesują włosy, stroją marsowe miny, poprawiając krawaty. Ale to wszystko nic w porównaniu z tym, co przed lustrem robią kobiety. Włosy, bluzeczki, wargi, wszystko bywa starannie kontrolowane, najczęściej przy jednoczesnej zabawnej mimice i gestach.

Jakaż to doprawdy zabawa dla osób stojących za lustrem. Mogą one doskonale obserwować każdy gest, każdy ruch przeglądającego się w lustrze, będąc jednocześnie niewidzialnymi. Oczywiście, aby zabawa taka się udała, musi być zachowany pewien warunek. A mianowicie, lustro nie może być zwykłe, lecz tzw. półprzepuszczalne. Cały dowcip polega tu na tym, że płyta szklana odpowiednio bardzo cienko posrebrzona, oglądana z jednej strony, nie różni się niczym od lustra zwyczajnego. Gdy się natomiast patrzy z drugiej strony, przepuszcza ona doskonale promienie świetlne, a tym samym można przez nią wszystko widzieć.

W ten sam sposób i na tej samej zasadzie wykonane są tak popularne ostatnio półprzepuszczalne okulary słoneczne oraz liczne części układów optycznych.

Sądzę, że i Ty z chęcią wykonasz takie małe lusterko półprzepuszczalne lub okulary, prawda? Zresztą opanowawszy niezbyt trudną sztukę srebrzenia szkła, będziesz mógł też wykonać choinkowe bombki, lśniące probówki czy też zwykłe lusterko.

Na zabawę trzeba zarobić

A więc jeżeli chcesz zająć się teraz srebrzeniem różnych szklanych przedmiotów, to trzeba najpierw trochę popracować nad przygotowaniem odpowiednich surowców.

Najważniejszym z nich jest sól srebra — azotan srebra, $AgNO_3$, bez niej niestety nie ruszymy ani kroku naprzód. Otrzymanie odpowiedniego czystego do Twoich

potrzeb azotanu srebra nie jest w zasadzie żadną filozofią. Ot, wystarczy po prostu rozpuścić w kwasie azotowym kawałek czystego srebra, a z roztworu wykrystalizują piękne blaszki soli $AgNO_3$.

Ba, ale skąd wziąć chociaż kawałeczek czystego srebra? Otóż powiem Ci z góry, że nie warto łamać sobie głowy tą sprawą, ponieważ nabycie czystego srebra to rzecz właściwie beznadziejna. Tym niemniej, jeżeli odrobinę ruszysz konceptem, to naprawdę po paru godzinach pracy możesz sam otrzymać parę gramów zupełnie czystego srebra.

O surowce będzie tym razem łatwiej, niż to sobie wyobrażasz. Są nimi:

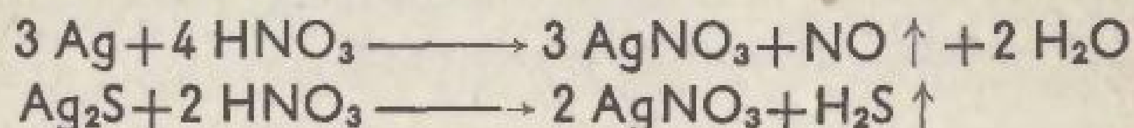
a) stare odbitki, klisze i roztwory zużytego utrwalacza fotograficznego,

b) stare monety i tzw. złom wyrobów srebrnych.

Z surowców fotograficznych

Stare klisze, błony i odbitki fotograficzne umieść w naczyniu z gorącą wodą, przy czym na 1 szklankę wody dodaj 2 łyżki sody. Gdy emulsja już rozmięknie, zeskrob ją drewnianą łopatką. W emulsji tej znajdują się pewne ilości srebra oraz jego związki. Wodną zawiesinę zdjętą z klisz i błon możesz zmieszać ze starym utrwalaczem, ale zebranym **koniecznie wraz z osadem.** Teraz całość w celu usunięcia nadmiaru wody ogrzewaj na parowniczce, aż pierwotna objętość zmniejszy się do 1/4.

Z kolei do parowniczki z nieco już ostudzoną zawiesiną na każde 100 ml roztworu dodaj po 10 ml możliwie stężonego kwasu azotowego. Zabieg ten ma na celu rozpuszczenie osadu srebra jak i siarczku srebra i przeprowadzenie ich w azotany:



$$3\,Ag + 4\,HNO_3 \longrightarrow 3\,AgNO_3 + NO\uparrow + 2\,H_2O$$
$$Ag_2S + 2\,HNO_3 \longrightarrow 2\,AgNO_3 + H_2S\uparrow$$

Aby przyspieszyć przebieg reakcji, zawartość parowniczki ogrzewaj często mieszając. Gdy cały już osad przejdzie do roztworu, roztwór przesącz i odstaw, aby ostygł, a w tym czasie przygotuj nasycony wodny roztwór soli kamiennej, NaCl. Jeśli roztwór będzie mętny (od zawartego często w soli węglanu wapniowego), wówczas przesącz go przez bibułkę.



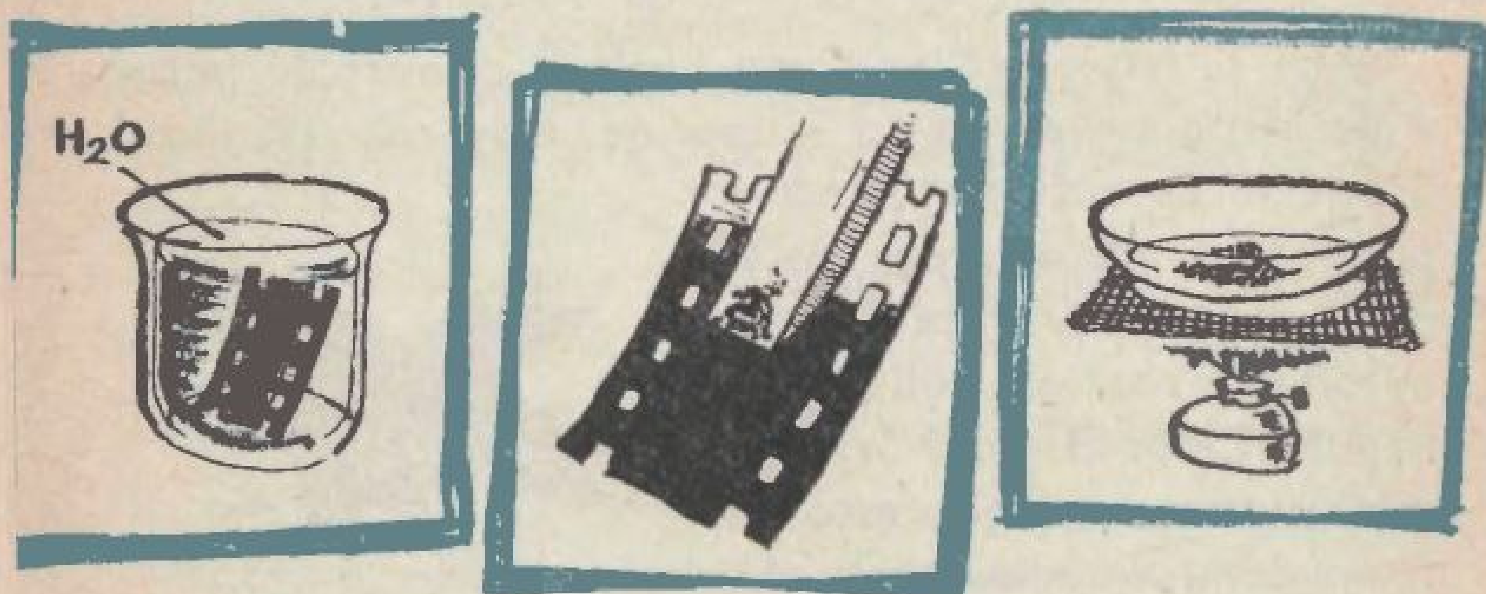
Wykonując to doświadczenie, pamiętaj, że pracujesz z silnie żrącym kwasem azotowym, zaś powstający azotan srebra plami na czarno.

Dokładnie ostudzony roztwór azotanu srebra (ten z utrwalacza i papierów) przelej do dużej zlewki i dodawaj powoli, stale mieszając, roztwór soli kamiennej. Momentalnie zauważysz wytrącanie się białego, znanego Ci już serowatego osadu. Będzie to osad chlorku srebra powstającego w wyniku reakcji:



$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow$$

W celu sprawdzenia, czy wytrącanie chlorku srebra jest już całkowite, pozwól osadowi opaść na dno i po chwili dolej kilka kropli roztworu NaCl. Jeśli dodatek roztworu NaCl spowoduje zmętnienie klarownej warstwy cieczy, będzie to oznaką, iż strącanie nie jest jeszcze całkowite. Dodaj wtedy jeszcze nieco roztworu NaCl i całość dokładnie wymieszaj.



Następnie pozwól osadowi opaść na dno i wtedy ostrożnie zlej górną, klarowną warstwę cieczy. Osad zalej wodą destylowaną lub świeżą deszczówką, całość dokładnie wymieszaj, daj osadowi opaść na dno i znowu zlej klarowną ciecz. Zabieg ten musisz powtórzyć 5—6 razy.

Z monet i ze złomu

Obetnij szczypcami maleńki kawałek monety srebrnej lub jakiegoś zniszczonego wyrobu srebrnego. Kawałeczek ten wrzuć do probówki napełnionej do je-

dnej trzeciej 10% kwasem azotowym, HNO_3. Probówkę wstaw do zlewki z gorącą wodą, a już po chwili kawałeczek stopu srebra rozpuści się całkowicie.

W tym miejscu musimy sobie wyjaśnić pewną ważną sprawę językową.

Gdy wsypiesz do wody np. cukier czy sól, to mówimy, że ciała te uległy rozpuszczeniu. Oczywiście po odparowa-



niu wody z roztworów takich można ponownie otrzymać niezmienione produkty wyjściowe, czyli w naszym przypadku cukier lub sól. Pozornie podobny przebieg mają reakcje metali z kwasami. Mianowicie, gdy np. do kwasu solnego wrzucimy kawałeczek cynku, to po paru sekundach burzliwej reakcji metal zniknie nam z oczu. Gdyby jednak teraz roztwór odparować, to nie otrzymalibyśmy cynku, lecz jego związek — chlorek cynkowy $ZnCl_2$.

I tu właśnie dochodzimy do sedna sprawy.

Pomimo że w mowie potocznej mówimy „rozpuszczanie cukru w wodzie", jak również „rozpuszczanie metalu w kwasie", to musisz pamiętać i rozumieć, że pomiędzy

tymi reakcjami istnieje zasadnicza różnica. Rozpuszczanie cukru w wodzie jest zjawiskiem czysto fizycznym, natomiast rozpuszczanie, a właściwie roztwarzanie metali w kwasie, jest przede wszystkim reakcją chemiczną, w wyniku której powstają zupełnie nowe związki.

Po tych wyjaśnieniach wróćmy znów do naszego doświadczenia ze stopem. Powiedzmy, że stop zawierał srebro z dodatkiem miedzi, cynku i nawet niklu. Wszystkie te metale rozpuszczają się doskonale w kwasie azotowym dając odpowiednie sole — azotany. A więc w probówce mamy teraz mieszaninę roztworów soli:

azotanu srebra — $AgNO_3$,
azotanu miedziowego — $Cu(NO_3)_2$,
azotanu cynkowego — $Zn(NO_3)_2$,
azotanu niklawego — $Ni(NO_3)_2$.

W drugiej probówce, w małej ilości wody rozpuszczamy parę kryształków soli kamiennej, NaCl i wlewamy do roztworu azotanów.

Natychmiast po dodaniu pierwszych kropel zacznie się wytrącać i opadać na dno probówki znany Ci już biały, serowaty osad.

Jest to nierozpuszczalny w wodzie chlorek srebra AgCl, który powstaje w wyniku reakcji:



$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow NaNO_3 + AgCl \downarrow$$

Natomiast żaden z pozostałych azotanów, a więc cynku, miedzi czy niklu, tej reakcji z solą kamienną nie daje,

gdyż chlorki tych metali są równie dobrze rozpuszczalne w wodzie jak i azotany. A więc, jak widzisz, jedynie chlorek srebra, jako nierozpuszczalny w wodzie, wytrąca się w postaci białego osadu i opada na dno.

Jasne już teraz, że dzięki specyficznej reakcji srebra, metal ten można szybko i łatwo oddzielić od innych metali towarzyszących mu w stopie.

Jeśli więc chcesz otrzymać nieco większe ilości chlorku srebra, monetę lub przedmiot srebrny łamiesz na małe kawałeczki i rozpuszczasz w 10% kwasie azotowym.

Uwaga: rozpuszczaniu stopu w kwasie azotowym towarzyszy wydzielanie się gryzących i szkodliwych dla zdrowia brunatnych par tlenku azotu. Dlatego też rozpuszczanie stopu wykonaj np. na palenisku w zimnym piecu lub, najlepiej, na wolnej przestrzeni — na balkonie, albo wprost na dworze.

Do roztworu azotanów dodaj sól kamienną rozpuszczoną w wodzie. Sól dodawaj powoli, małymi porcjami i całość stale mieszaj. Następnie pozwól osadowi opaść na dno i sprawdź, czy dodawanie soli powoduje jeszcze wytrącanie się białego osadu. Jeśli biały osad się już nie wytrąca, oznacza to, że całe zawarte w roztworze srebro spoczywa na dnie naczynia w postaci białego chlorku srebra.

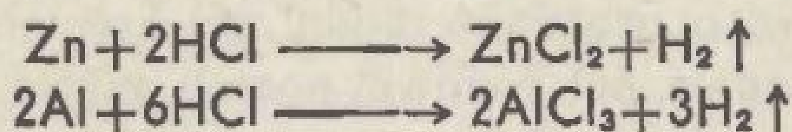
Gdy osad całkowicie opadnie, zlej znad niego ostrożnie klarowny płyn, dolej czystej wody i całość dokładnie zamieszaj. Odczekaj, aż osad opadnie, zlej klarowny płyn i znowu do naczynia dolewaj czystej wody. Przemyj w ten sposób osad co najmniej 8 razy.

I w ten sposób zostałeś posiadaczem jeszcze jednej zlewki z mokrym chlorkiem srebra.

Ten stan rzeczy można by określić szczęśliwym przebrnięciem przez eliminację i wejściem do półfinału.

Redukcja

Teraz z chlorku srebra, AgCl, zupełnie niezależnie od jego pochodzenia, trzeba otrzymać srebro. Konieczny Ci do tego będzie kwas solny oraz małe kawałeczki blaszki cynkowej (ze starych bateryjek) lub też aluminiowej. Drobno pokrojone kawałeczki blaszek tych metali wrzuć do zlewki z papką AgCl, dolej małą porcję 10—15 ml kwasu solnego i powoli, ale stale mieszaj całość prędkiem. Jak łatwo przewidzieć, kwas solny pocznie natychmiast roztwarzać cynk lub glin, powodując obfite wydzielanie się wodoru:



$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$
$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$$

Podczas reakcji tych metali z kwasem początkowo wydziela się wodór atomowy, który dopiero następnie przechodzi w cząsteczkowy — H_2. Właśnie ten powstający atomowy wodór — H, zwany jest w języku chemicznym wodorem „in statu nascendi", co oznacza po łacinie „w chwili powstawania". I co jest bardzo ważne, wodór w tym momencie jest bardzo silnie reaktywny. Mianowicie wydzielający się wodór odbiera chlorkowi srebra chlor, sam się z nim łącząc:



$$AgCl + H \longrightarrow Ag\downarrow + HCl$$

Powstające w wyniku tej reakcji metaliczne srebro jest to bardzo drobny proszek o barwie szaroczarnej. Gdy więc zawartość Twej zlewki przyjmie już taki właśnie kolor i nie będzie wykazywać białych plam chlorku srebra, jest to sygnał zakończenia procesu redukcji. Pozostałe większe kawałki blaszki cynkowej lub aluminiowej wyjmij, mniejsze zaś rozpuść, dodając jeszcze parę mililitrów kwasu solnego. Nie obawiaj się, metaliczne srebro z kwasem solnym nie reaguje.

W końcu klarowną ciecz znad srebra zlej (zawiera ona $ZnCl_2$ lub $AlCl_3$), a metaliczny osad przemyj kilkanaście razy wodą.

Rozpuszczanie i krystalizacja

Po wykonaniu redukcji AgCl możemy już mówić o Twoim wejściu do finału. Teraz czeka Cię operacja decydująca, a więc otrzymanie azotanu srebra $AgNO_3$. Samo równanie reakcji jest bardzo proste:



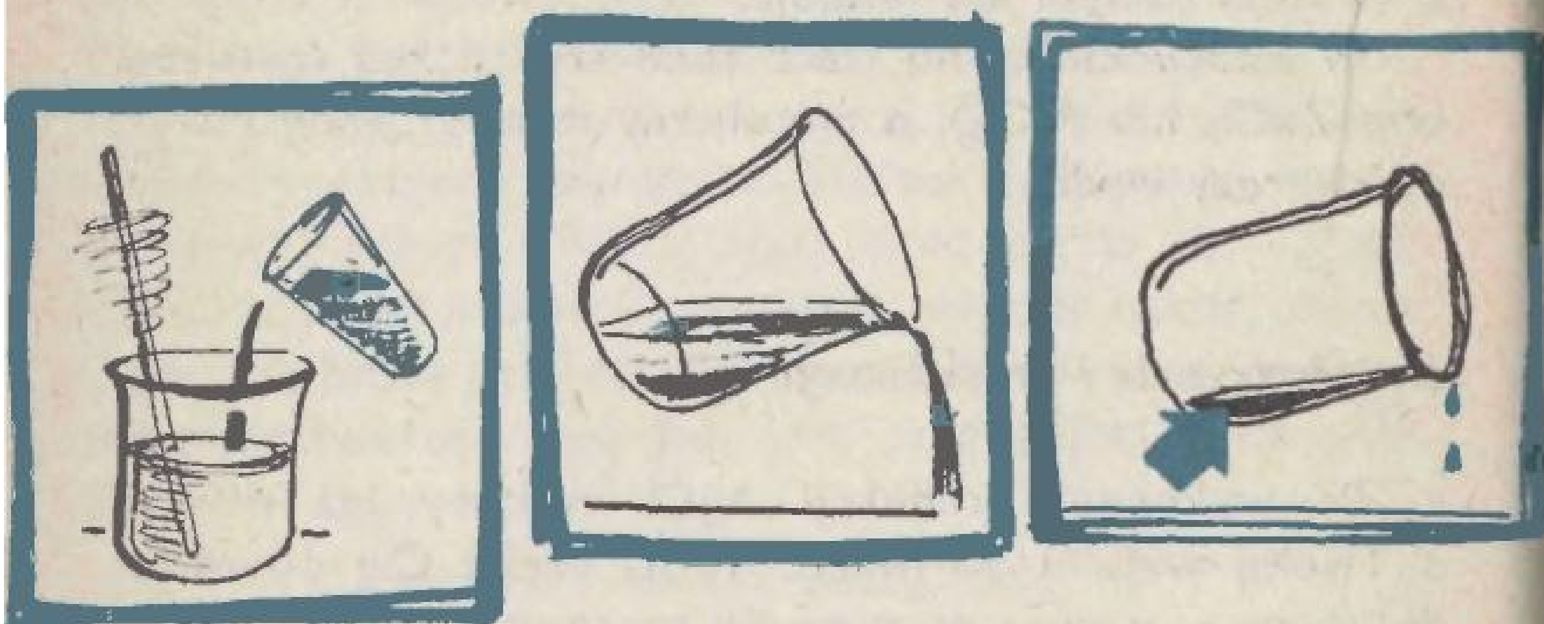
$$3Ag + 4HNO_3 \longrightarrow 3AgNO_3 + NO\uparrow + 2H_2O$$

Oto metaliczne srebro roztwarzamy w kwasie azotowym. I zdawałoby się, że już po kłopocie, ale jeszcze niezupełnie.

Z tego samego kuponu pięknego materiału można uszyć śliczny garnitur, jak też spartolony bubel, nadający się jedynie na ubranie dla stracha na wróble. Oczywiście obaj chcemy, żebyś Ty był tym dobrym fachowcem, dlatego też podam Ci parę istotnych szczegółów doty-

czących otrzymania czyściutkiego $AgNO_3$ i to z dużą wydajnością.

A więc posiadane srebro wsyp do parowniczki i zalej rozcieńczonym 10% HNO_3, starając się użyć jak najmniej kwasu. Parowniczkę postaw na łaźni wodnej i ogrzewaj. HNO_3 dodawaj małymi porcjami jedynie wówczas, gdy reakcja rozpuszczania się srebra ustaje, tj. gdy ustanie wydzielanie się pęcherzyków NO.



Gdy całe srebro przereaguje, zawartość parowniczki odparuj do sucha, a osad ogrzewaj jeszcze tak długo, aż zniknie charakterystyczny zapach kwasu azotowego. Przypominam raz jeszcze, iż ogrzewanie musi odbywać się na łaźni wodnej, gdyż wówczas masz gwarancję nieprzekroczenia temperatury 130°C, przy której azotan srebra ulega rozkładowi.

W celu otrzymania krystalicznego $AgNO_3$, suchą zawartość parowniczki rozpuść w jak najmniejszej ilości wrzącej, ale koniecznie destylowanej wody i odstaw do

krystalizacji. Rozpuszczalność $AgNO_3$ w 100 ml wody o temperaturze 100°C wynosi 952 g, zaś w 0°C — 122 g. Jak z tego widzisz, rozpuszczalność tego związku w wodzie jest wyjątkowo duża. Aby ułatwić sobie pracę, skorzystaj z faktu, iż $AgNO_3$ rozpuszcza się zupełnie dobrze w alkoholu etylowym. I tak w 100 ml alkoholu w temperaturze jego wrzenia rozpuszcza się 18,5 g $AgNO_3$, zaś w temp. 18°C już tylko 8,3 g.

Z uwagi na małe ilości otrzymywanego produktu, radzę Ci krystalizację $AgNO_3$ przeprowadzić z alkoholu. Tylko pamiętaj, **żadnego ogrzewania alkoholu bezpośrednio palnikiem.** Czysty $AgNO_3$ ma postać bezbarwnych blaszkowatych kryształków, które musisz przechowywać w czystym słoiczku oklejonym szczelnie ciemnym papierem. — Teraz pozostaje mi pogratulować Ci chwalebnego zakończenia rozgrywek, których metą było otrzymanie kryształków $AgNO_3$, a co najważniejsze, otrzymanie ich w pocie czoła, całkowicie o własnych siłach.

Zasłużone nagrody

Jako zwycięzca masz prawo teraz stanąć na podium, powoli schylić głowę, aby ułatwić założenie sobie na szyję pamiątkowego medalu. Nie były to zawody na skalę międzynarodową, więc hymnu nie będą grali, ale nagrody dla zwycięzców są przewidziane.

Zabieramy się więc do srebrzenia.

Do czystej probówki wlej 5—8 ml wody destylowa-

nej oraz parę kropli 10% wodnego roztworu azotanu srebra. Następnie do probówki tej dolewaj po kropli wodorotlenek amonowy. Już pierwsze krople tego związku wywołują zmętnienie i zaciemnienie zawartości probówki. Następne krople wodorotlenku amonowego oraz energiczne wstrząsanie zatkanej korkiem probówki, spowodują sklarowanie się roztworu. Gdy to nastąpi, do probówki dodaj 4—5 ml przygotowanego poprzednio stężonego wodnego roztworu inwertowanej sacharozy. Aby roztwór taki otrzymać, w 10 ml wody na gorąco rozpuść 2 łyżki stołowe sacharozy, czyli cukru spożywczego, dodaj 1—2 krople HNO_3 i całość gotuj przez 5 minut. Teraz z kolei do zlewki nalej ciepłą wodę i wstaw do niej probówkę z mieszaniną roztworów.

Ponieważ na wynik doświadczenia trzeba chwilę zaczekać, wyjaśnimy tymczasem cel gotowania cukru z kwasem azotowym.

Otóż cząsteczki naszego cukru spożywczego, zwanego w języku chemicznym sacharozą, zbudowane są ze zrębów cząsteczek glikozy i fruktozy. Podczas ogrzewania w kwaśnym roztworze następuje inwersja, czyli hydroliza cząsteczek sacharozy, w wyniku czego otrzymujemy w roztworze glikozę i fruktozę:



$$\underset{\text{sacharoza}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{glikoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fruktoza}}{C_6H_{12}O_6}$$

Po 5—8 minutach zawartość probówki zmętnieje i sczernieje, a po następnych 10—15 minutach na ściankach probówki wytworzy się metalicznie błyszcząca zwierciadlana warstewka.

W tym miejscu jestem Ci winien parę wyjaśnień dotyczących użytych roztworów.

Otóż wodorotlenek amonowy, dodany do roztworów $AgNO_3$, strąca brunatny osad Ag_2O. Osad Ag_2O jest jednak rozpuszczalny w nadmiarze wodorotlenku amonowego, przy czym powstaje bardzo skomplikowane połączenie amonosrebrowe.

A teraz uważaj — tak powstałego połączenia amonosrebrowego nie wolno Ci ani przechowywać, ani odparowywać, gdyż grozi to wybuchem!!!

Natomiast rola cukru polega na redukcji amoniakalnego związku srebra, czyli wydzieleniu z tego roztworu błyszczącego srebra. Na to jednak, aby sacharoza mogła redukować sole srebra, trzeba jej roztwory ogrzać z dodatkiem mocnego kwasu. Zachodzi wówczas tzw. inwersja sacharozy, dzięki czemu powstaje tzw. cukier inwertowany zdolny do redukcji.

Z kolei podam Ci przepis na wykonanie zwierciadła półprzepuszczalnego, takiego jak na okularach przeciwsłonecznych.

Zacznij od przygotowania dwóch roztworów:

Roztwór 1: W 200 ml wody destylowanej rozpuść 18 g azotanu srebra, $AgNO_3$. Następnie do roztworu tego dodawaj bardzo małymi porcjami wodorotlenek amonowy, NH_4OH. W pierwszej chwili, podobnie jak w poprzednich reakcjach, roztwór zmętnieje i pocznie się wytrącać brunatny osad. W miarę jednak mieszania i dodawania NH_4OH, osad ten się rozpuści, a roztwór sklaruje. Na wstępie roztwór ten rozcieńcz wodą destylowaną do 1000 ml.

Uwaga. Musisz unikać nadmiaru wodorotlenku amonowego.

I jeszcze jedna bardzo ważna sprawa. Roztworu 1 nie wolno przechowywać. Musi on być otrzymany bezpośrednio przed użyciem. Do ewentualnie niezużytej porcji dodaj HCl, aby spowodować strącenie się osadu AgCl.

Roztwór 2: W 1000 ml wody destylowanej rozpuść 2,1 g azotanu srebra. Roztwór zagotuj i dodaj do niego 1,8 g winianu sodowo-potasowego i całość przesącz na gorąco.

Dobrze umytą i odtłuszczoną mieszaniną chromową płytkę szklaną umieść teraz w płaskiej wanience, np. w kuwecie fotograficznej, którą bezpośrednio przed srebrzeniem napełnij mieszaniną 1:1 roztworów 1 i 2. Ponieważ płytka jedną powierzchnią leżeć będzie na dnie naczynia, posrebrzeniu ulegnie powierzchnia górna.

Po zmieszaniu obu roztworów pocznie się powolne redukowanie soli srebra i na płytce osiadać będzie srebro. Czas pozostawania płytki w kąpieli musisz sam dobrać eksperymentalnie, a zawiera się on w granicacch 5—30 minut.

Proszę, uważaj tylko, dlatego że świeża i mokra jeszcze warstewka srebra jest mechanicznie bardzo nietrwała, możesz ją więc niechcący bardzo łatwo porysować czy zetrzeć.

Jestem pewien, że po nabraniu odpowiedniej wprawy i dobraniu czasu redukcji, otrzymasz niejedno piękne lustro półprzepuszczalne.

Na zakończenie objaśnię Cię jeszcze, jak srebrzyć od wnętrza bombki choinkowe, słoiki, butelki, kolbki.



Początek jest zazwyczaj jednakowy. Trzeba osobno wykonać 2 roztwory, jednak nieco inne niż poprzednio:

Roztwór 1: w 500 ml wody destylowanej rozpuść 45 g cukru, po czym dodaj 3 ml stężonego kwasu azotowego, HNO_3 i 50 ml alkoholu etylowego. Całość zmieszaj i wlej do czystej butelki z korkiem szlifowanym. Roztwór 1 możesz przechowywać najwyżej 1 miesiąc.

Roztwór 2: Jest to roztwór soli srebra. Przypominam raz jeszcze, że przygotowuje się go bezpośrednio przed srebrzeniem i **przechowywać go nie wolno.** Składa się on z dwóch roztworów, które wykonaj oddzielnie w ilości zależnej od wielkości posrebrzanej powierzchni:
a) 1 g azotanu srebra w 100 ml wody destylowanej,
b) 1 g wodorotlenku potasowego w 100 ml wody destylowanej.

Bezpośrednio przed srebrzeniem, na każde 150 cm² pokrywanej powierzchni weź 400 ml roztworu a), po czym dodaj kroplami, mieszając, wodorotlenek amonowy aż do rozpuszczenia się początkowo powstałego osadu. Teraz na 400 ml tak przygotowanego roztworu a) dodaj 200 ml roztworu b). Znowu strąci się ciemny osad, który rozpuść dodając po kropli NH_4OH. Staraj się przy tej czynności dodać jak najmniejszą ilość wodorotlenku amonowego.

Do wnętrza bombki czy innego przeznaczonego do srebrzenia naczynia szklanego wlej roztwór 2, a następnie roztwór 1. Ilość roztworu 2 winna być taka, aby naczyńko napełnione zostało do 1/4 swej objętości. Na 500 ml roztworu 2 bierze się 30 ml roztworu 1.

Następnie bombkę z obu roztworami wstaw do naczynia z wodą o temperaturze 40—50°C. Aby ścianki bańki zostały całkowicie pokryte, wstrząsaj nią co kilkanaście sekund.

Srebrzenie tą metodą trwa 2—5 minut. Ponieważ roztwór jaki następnie wylejesz z bombki po jej posrebrzaniu, może zawierać jeszcze nieco srebra, zlej go następnie do słoiczka i dodaj HCl. Strącony osad, gdy się go zbierze więcej, będziesz mógł w przyszłości zregenerować.



7. *O MYDLE I PRANIU, CZYLI O KWASACH TŁUSZCZOWYCH I NAPIĘCIU POWIERZCHNIOWYM*

Robimy mydło

Mydło, z którym stykasz się przecież wiele razy dziennie, stanowi mieszaninę soli sodowych kwasów tłuszczowych. Innymi słowy, aby otrzymać mydło, trzeba kwasy tłuszczowe zobojętnić np. wodorotlenkiem sodowym, NaOH.

— Łatwo to się mówi — pomrukujesz sobie — ale skąd ja, w warunkach domowych, zdobędę kwasy tłuszczowe?

Zapewniam Cię, że sprawa tym razem przedstawia się o wiele prościej, niż to się wydaje w pierwszej chwili. Wystarczy sięgnąć po pierwszy lepszy tłuszcz roślinny czy zwierzęcy, a więc po margarynę, smalec lub łój, aby już mieć surowiec do wyrobu mydła. Przecież tłuszcze to nic innego, jak estry glicerynowe kwasów tłuszczowych. Przez hydrolizę zwaną zmydlaniem tłuszczów z glicerydów otrzymasz łatwo kwasy tłuszczowe i glicerynę.

Zgoda. Rada doskonała, bo właśnie z tej metody ludzie korzystają już od wieków.

Zmydlanie tłuszczów na kwasy tłuszczowe i glicerynę najlepiej jest przeprowadzić na gorąco za pomocą roztworu wodorotlenku sodowego, NaOH. Czynność tę zwie się zmydlaniem tłuszczu. A więc do roboty. Niezbędne będą następujące surowce i przyrządy:

tłuszcz roślinny lub zwierzęcy	50 g,
kalafonia techniczna	10 g,
wodorotlenek sodowy, NaOH, roztwór 40%	20 g,

garnek emaliowany,
łopatka drewniana,
forma drewniana lub metalowa.

Do emaliowanego garnka włóż 2 g tłuszczu i całą podaną ilość kalafonii. Mieszaninę tę ogrzej, stop i dokładnie wymieszaj.

Z kolei do otrzymanego stopu dodawaj małymi porcjami resztę tłuszczu i całość ogrzewaj na łaźni wodnej. Temperatura mieszaniny powinna wynosić 80—90°C. W tej to temperaturze wlej do garnka 10 ml wody i 10 ml

40% roztworu wodorotlenku sodowego. Masę ogrzewaną na łaźni wodnej musisz stale mieszać.

Koniecznym warunkiem prawidłowego przebiegu zmydlania jest zemulgowanie tłuszczu. Powstanie emulsji, czyli rozwinięcie dużej powierzchni reakcji, zapewni szybkie i całkowite zmydlenie tłuszczu. Musisz jednak pamiętać, iż za energiczne mieszanie jest również szkodliwe, bowiem powoduje silne pienienie się mieszaniny. Po godzinie dodaj pozostałe 10 ml 40% roztworu wodorotlenku sodowego, tym razem już nie rozcieńczonego wodą.

Od tej chwili, aby całkowicie zakończyć reakcję zmydlania, mieszaninę musisz ogrzewać jeszcze przez około godzinę. Odczyn powstającej mieszaniny należy często kontrolować papierkiem fenoloftaleinowym, który po zakończonej już reakcji powinien barwić się tylko na lekko różowo.

Pod koniec drugiej godziny ogrzewania, gdy masa

TAK NIE ROZBIJESZ KWASU TŁUSZCZOWEGO



stanie się już gęsta, półprzeźroczysta i ciągliwa, co 5 minut pobieraj próbki (parę kropel) i umieszczaj je na szkle. Jeżeli próbka krzepnie już całkowicie na szkle, ogrzewanie przerwij i całą masę wylej do płaskiego metalowego naczynia. Następnego dnia otrzymasz około 70 g mydła. Ale co to? Nawet po wyschnięciu będzie ono miękkie. Nic dziwnego, przecież zawiera ono w sobie glicerynę, wodę oraz inne produkty.

Tak oto przy jednym ogniu zupełnie niechcący upiekłeś od razu dwie pieczenie. Dokonałeś zmydlenia tłuszczów na glicerynę oraz kwasy tłuszczowe i jednocześnie połączyłeś wodorotlenek sodowy z kwasami tłuszczowymi na sole sodowe, czyli właśnie mydło.

Widzę jednak, że ciągle jeszcze martwisz się, iż Twoje mydło jest miękkie i niezbyt efektowne. Jest i na to rada. Chwilowo otrzymaliśmy bowiem mydło zwykłe, najprostsze, najtańsze. Chcąc zaś otrzymać mydło twarde, tzw. rdzeniowe, zwane również wysalanym, po skończonym zmydlaniu gorący klej mydlany zmieszaj z 200 ml wody. Inaczej mówiąc, gdy pobrana próbka krzepnie już na szkle, do garnka dolej 200 ml wody i całość dokładnie mieszaj.

Mydło jest w wodzie dobrze rozpuszczalne, aby więc tę rozpuszczalność zmniejszyć, a tym samym zwiększyć ilość otrzymanego mydła, do powstałego roztworu dosyp 20 g soli kamiennej. Teraz całość dokładnie wymieszaj i pozostaw w garnku do następnego dnia. Nazajutrz z garnka wyjmiesz zakrzepłą warstwę twardego mydła, a pod nią pozostanie płyn, zawierający wodę, sól i glicerynę.

A teraz podaję jeszcze drugi przepis na wykonanie tym razem już naprawdę dobrego mydła.

W emaliowanym garnku ustawionym na łaźni wodnej stop 7 g łoju wołowego oraz 0,3 g niesolonego smalcu wieprzowego. Gdy tłuszcze się już stopią, silnie je mieszając wlewaj bardzo małym strumieniem do nich gorący roztwór 2,5 g wodorotlenku sodowego w 5 ml wody.

Uwaga: ponieważ masz do czynienia ze stężonym i gorącym, a więc bardzo silnie żrącym roztworem NaOH, nie wolno Ci pracować bez okularów ochronnych.

Po dodaniu całej już ilości roztworu NaOH całość ogrzewaj na łaźni wodnej często mieszając jeszcze przez 40 minut.

Musisz zaznaczyć na ściankach naczynia pierwotny poziom cieczy i, w miarę ubywania wody przez jej wyparowanie, uzupełniać ją małymi porcjami gorącej wody.

Po 40 minutach ogrzewania dodaj 150 ml 20% wodnego zimnego roztworu NaCl.

Zamieszaj całość dokładnie i następnie zostaw w spokoju. Na wierzch pocznie wypływać i gromadzić się warstewka płynnego jeszcze w tej temperaturze mydła.

Gdy już nieco ostygnie, dużą łyżką zbierz warstwę mydła, umieść je w szmatce lnianej i dokładnie wyciśnij tak jak serek z mleka.

Teraz możesz dodać dowolną substancję zapachową (np. olejek migdałowy, różany, miętowy), całość wymieszać i możliwie silnie sprasować w jakimś pudełeczku.

Po 2—3 dniach schnięcia otrzymasz zupełnie niezłe, dobrze się pieniące mydełko.

ODWIECZNI WROGOWIE

Skoro do zmydlenia tłuszczów, mówisz, konieczny jest mocny wodorotlenek, to czy wobec tego do wyrobu mydła nie można by użyć znacznie tańszego i dostępniejszego wodorotlenku, a mianowicie wodorotlenku wapniowego?



Oj, nie radzę Ci robić takiego eksperymentu z mydłem. Jony wapniowe, Ca^{++} i kwasy tłuszczowe, to odwieczni i zaprzysięgli wrogowie. Zresztą przekonaj się o tym sam.

Do małej buteleczki 100—150 ml z ciepłą wodą destylowaną lub świeżą deszczówką, wrzuć parę cienkich strużynek mydła (0,5—1 g) toaletowego. Buteleczkę zakorkuj i wstrząsaj nią energicznie tak, aby mydło rozpuściło się całkowicie. Otrzymasz mętny płyn, a nad nim obfitą pianę.

Teraz do buteleczki dodaj 1 ml wodorotlenku wapniowego, $Ca(OH)_2$ lub roztworu chlorku, $CaCl_2$ czy azotanu wapniowego, $Ca(NO_3)_2$, po czym całość dokładnie wymieszaj. Natychmiast po dodaniu rozpuszczalnych związków wapnia piana w buteleczce zniknie, a za to pojawi się obfity, jasny, serowaty osad.

Skąd się wziął ten osad i jaki jest jego skład chemiczny?

Mydło, jak wiesz, jest mieszaniną soli sodowych kwasów tłuszczowych. Sól ta jest w wodzie rozpuszczalna, a więc w roztworze mamy kationy sodowe Na^{+} i aniony reszt kwasowych. Skoro do roztworu dodamy jony wapniowe Ca^{2+}, reagują one natychmiast z resztami kwasów tłuszczowych, dając nierozpuszczalne w wodzie mydło wapniowe. Zaszła tu więc zwykła reakcja podwójnej wymiany i z soli sodowej kwasu tłuszczowego powstała sól wapniowa kwasu tłuszczowego.



Już minimalne ilości związków wapnia w wodzie powodują tworzenie się tego osadu. Reakcja ta jest tak czuła, a zarazem łatwa do przeprowadzenia, iż służy w przemyśle do szybkiego wyznaczania zawartości wapnia w wodzie, czyli — jak to się mówi — badania stopnia twardości wody.

Kiedy powstaje osad

Wykonaj teraz takie doświadczenie. – Do 3 buteleczek nalej po 200 ml zwykłej wody wodociągowej i dodaj do dwu z nich po 1 ml roztworu wodorotlenku lub chlorku wapniowego. Teraz do buteleczki pierwszej (tej bez dodatku związków wapnia) wlej 2—3 ml świeżego wodnego roztworu mydła i potrząsaj buteleczką. Otrzymasz obfitą pianę.

Z kolei dodaj 2—3 ml wodnego roztworu mydła do buteleczki drugiej. Tu już zamiast piany powstanie jasny, znany Ci, serowaty osad. Potwierdza się więc fakt, że mydło w wodzie zawierającej sole wapniowe pienić się nie chce. Ale czy zawsze? Czy nie ma na to żadnego sposobu?

Zaraz się o tym przekonasz. Do buteleczki trzeciej (zawierającej sole wapniowe) dodaj 4—5 ml gorącego, stężonego roztworu węglanu sodowego, Na_2CO_3 i całość dobrze wymieszaj. Po chwili zauważysz, że na dno buteleczki pocznie opadać jakiś osad. Odczekaj spokojnie 20—30 minut i dopiero potem dodaj roztwór mydła. Przekonasz się, że tym razem powstanie obfita piana. A więc soda pomogła. Prawda?

Bądźmy jednak obiektywni, jak na chemików przystało. Soda co prawda „pomogła" mydłu i otrzymaliśmy pianę, ale i tym razem część mydła wytworzyła ten charakterystyczny serowaty osad. Początkowo jest on niewidoczny, gdyż maskuje go obfita piana, w której po prostu ginie.

Rola sody dodanej do wody zawierającej dużą ilość

soli wapnia polega na jej zmiękczaniu. Zmiękczanie wody to nic innego jak usuwanie z niej rozpuszczalnych związków wapnia. W naszym doświadczeniu po dodaniu sody na dno probówki opadł prawie nierozpuszczalny w wodzie osad węglanu wapniowego, $CaCO_3$. Jego powstanie możemy zapisać tak:

$$\underset{\text{rozpuszczalny}}{CaCl_2} + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + \underset{\text{nierozpuszczalny}}{CaCO_3 \downarrow}$$

Oczywiście, że soda nie całkowicie, a więc nie tak na 100% wytrąciła $CaCO_3$. Nieznaczne ilości jonów Ca^{2+} pozostały jeszcze w roztworze i one to właśnie wytworzyły z mydłem dobrze Ci znany serowaty osad.

Dlaczego woda jest twarda

Podobnie jak związki wapnia, reagują z mydłem i związki magnezu. Woda rzeczna, studzienna czy z jeziora zawiera zawsze pewne ilości związków wapnia i magnezu. Wodę zawierającą wiele soli mineralnych, a głównie wapnia i magnezu, zwiemy twardą.

Poza wszystkimi innymi kłopotami, do których należy tworzenie się kamienia kotłowego, wzrastająca twardość wody utrudnia ogromnie pranie. Im bowiem woda jest twardsza, tym więcej powstaje w niej owego serowatego osadu z mydła.

Mydło związane w ten sposób przez sole magnezu i wapnia jest już dla nas bezpowrotnie stracone. A zapamiętaj, że na wytworzenie tego osadu idą pokaźne

ilości mydła. Oto konkretny przykład — na 100 l przeciętnie twardej wody straty mydła wynoszą 180 g. Tyle mydła potrzeba do strącenia osadu, po czym następne porcje mogą dopiero wytworzyć pianę, czyli zapewnić właściwe pranie. Natomiast 180 g mydła, które już straciliśmy, pozwoliłoby uprać 8 kg suchej bielizny.

I na tym jeszcze nie koniec. Pranie w wodzie twardej, oprócz poważnych strat mydła, niszczy nam jeszcze poważnie bieliznę. Jony wapniowe i magnezowe tworzą z mydłami w kąpieli piorącej nierozpuszczalne związki, które osadzają się na bieliźnie powodując jej twardnienie, kruchość i żółknięcie włókien.

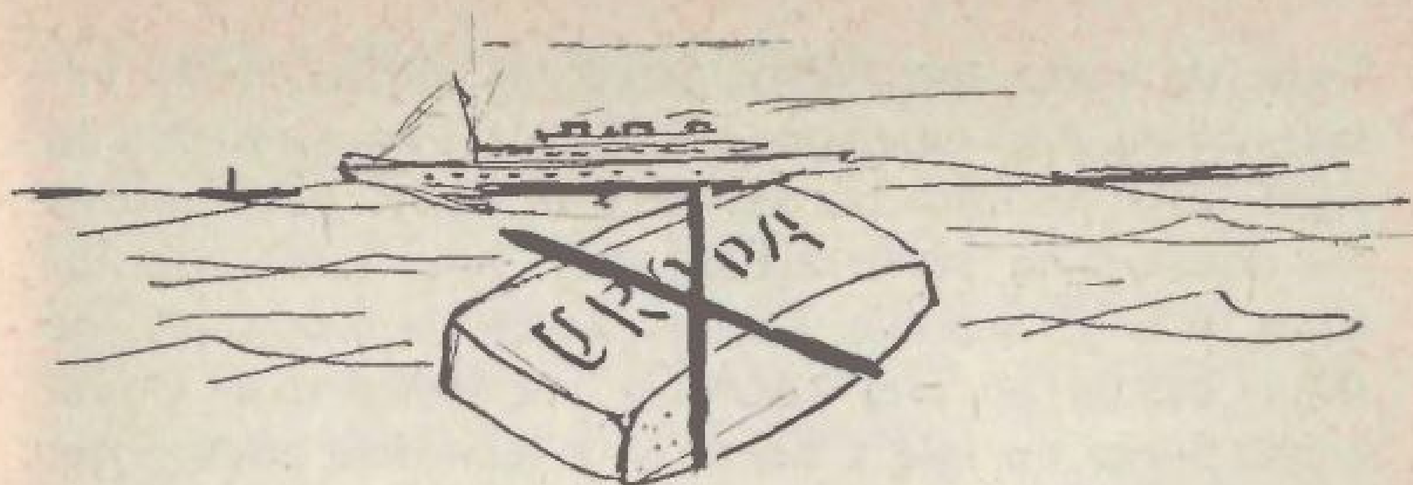
Piana bez osadu

— Czy można więc dobrze prać w twardej wodzie? — pytasz.

Można, byle tylko nie mydłem. Brzmi to dziwnie, ale zaraz się przekonasz o prawdziwości tych słów.

Do dwu buteleczek wlej po 100 ml wody. Do pierwszej dodaj 1—2 ml roztworu rozpuszczalnej soli wapnia. Teraz do obu buteleczek wlej po 10 ml dowolnego syntetycznego środka piorącego (np. Alkilo, FF, Kokosalu itp.) i buteleczki silnie wstrząsaj. W obu naczyniach wytworzy się jednakowo obfita piana i nie zauważysz ani śladu osadu. A więc tym razem związki wapnia nic a nic nie przeszkadzają. Czy tak jest naprawdę?

Tak, bowiem wszystkie syntetyczne środki piorące, czyli tzw. detergenty, w przeciwieństwie do soli sodowych



kwasów tłuszczowych nic sobie nie robią z najtwardszej nawet wody. Dzięki swej odmiennej budowie chemicznej detergenty w przeciwieństwie do soli sodowych kwasów tłuszczowych nie wytwarzają ze związkami wapnia ani magnezu żadnych osadów. Dlatego też za pomocą detergentów można doskonale prać w wodzie morskiej.

Na czym polega pranie?

O tym, że brudne ręce należy umyć mydłem i że zabrudzoną bieliznę należy uprać mydłem, wie każdy.

Ty wiesz poza tym, że mydło w twardej wodzie się nie pieni, natomiast syntetyczne środki piorące nie boją się nawet wody morskiej. Pamiętasz pewnie, że węglan sodowy wybitnie pomaga mydłu w przypadku wody twardej. Ale czy potrafisz odpowiedzieć na pytanie, dlaczego mydło pierze i zmywa nam brud np. z rąk?

Na powierzchni wody, wlanej do talerza lub jakiegoś innego płaskiego naczynia, suchymi palcami i ruchem bardzo powolnym połóż igłę do szycia. Aby doświadczenie

lepiej się udało, igłę warto przedtem bardzo cienko natrzeć oliwą. Przy odrobinie cierpliwości i wprawy igłę uda się położyć poziomo na powierzchni wody. Tak, dosłownie położyć na powierzchni wody. Igła, mimo że stalowa, a więc przeszło 7 razy cięższa od wody, pływać sobie będzie po niej podobnie jak łódka. Gdy popatrzysz teraz na igłę z boku, to z łatwością zauważysz, że pływa ona jakby w małym zagłębieniu.

Nie muszę Ci chyba wyjaśniać, że pływająca igła to nie żadne czary, lecz zwykłe wykorzystanie napięcia powierzchniowego wody. Cząsteczki wody przyciągają się wzajemnie z taką wielką siłą, że ciężar poziomo położonej igły nie jest w stanie ich rozerwać. W rezultacie wydaje się nam, że igła spoczywa na czymś w rodzaju błonki.

Teraz do naszego naczynia z wodą dodaj parę kropel acetonu, alkoholu etylowego lub eteru i po wymieszaniu połóż ponownie igłę na powierzchni. Niestety, tym razem nie pomoże nawet największa zręczność i wprawa. Igła wciąż tonie i nie chce pływać na powierzchni.

Jeżeli jesteś cierpliwy, to do naczynia z wodą, po powierzchni której pływa igła, możesz kroplomierzem bardzo ostrożnie i powoli, tak aby nie zrobić „fali", dodawać jeden z podanych rozpuszczalników organicznych. Po dodaniu już zaledwie kilkudziesięciu kropli rozpuszczalnika igła nagle sama zatonie.

Niepowodzeniem również zakończyłaby się próba położenia nawet najmniejszej igiełki na powierzchni acetonu, alkoholu czy też eteru.

Mierzymy napięcie powierzchniowe

Ponieważ igła pływała po wodzie dzięki dużemu napięciu powierzchniowemu tego związku, stąd Twój logiczny wniosek, że skoro igły nie można położyć na powierzchni rozpuszczalników, widocznie odznaczają się one niskim napięciem powierzchniowym.

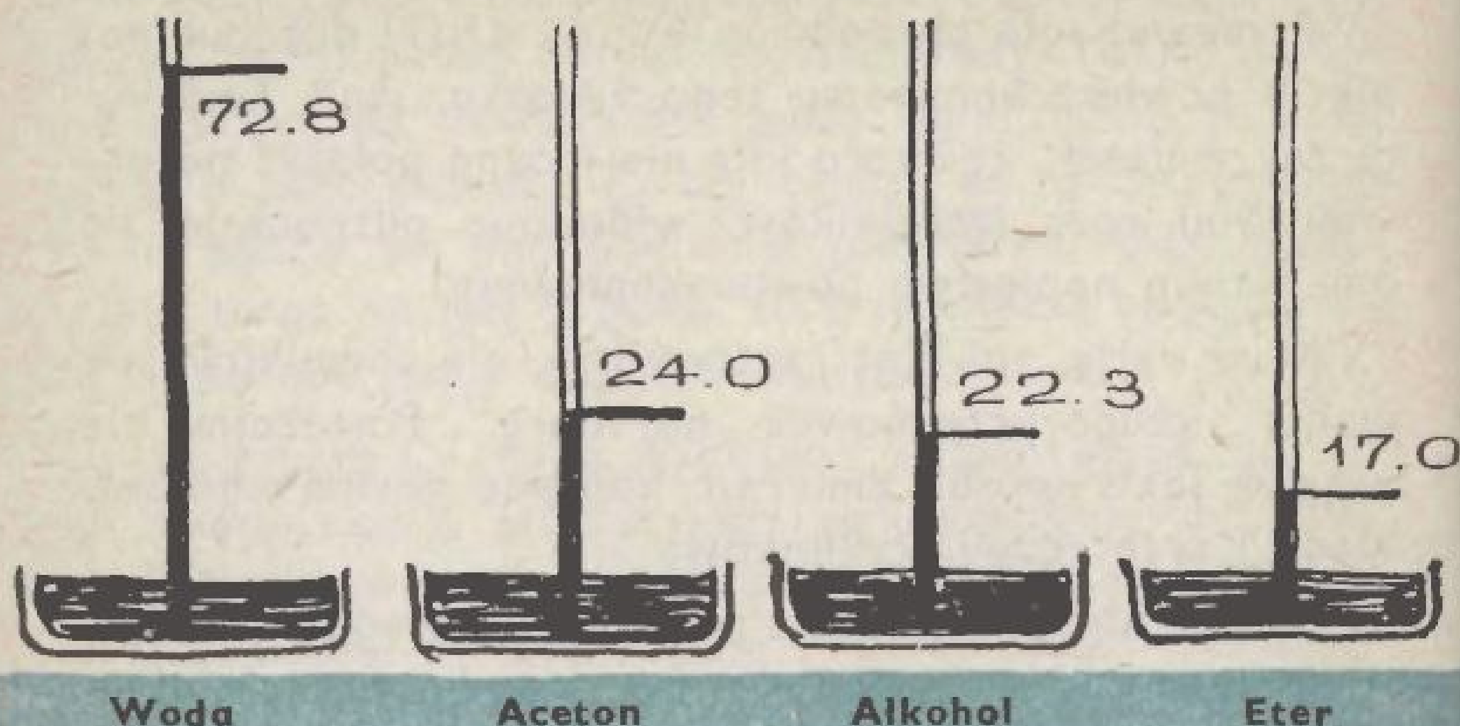
Masz rację, tak jest rzeczywiście, ale chemikowi nie wolno niczego przyjmować „na wiarę". Postarajmy się więc w jakiś sposób zmierzyć napięcie powierzchniowe wody i tych rozpuszczalników.

Metod pomiaru napięcia powierzchniowego jest wiele. Wybierzemy więc sposób nie wymagający skomplikowanej aparatury. Będzie nim metoda kapilarna. Cały przyrząd to rurka szklana o możliwie jak najmniejszym otworze — najlepiej kapilarna. Gdy rurkę tę zanurzysz do jakiejkolwiek cieczy, wówczas dzięki działaniu siły napięcia powierzchniowego poziom cieczy w rurce uniesie się ponad poziom cieczy w naczyniu. Wysokość tego wzniesienia zależy od przekroju rurki i napięcia powierzchniowego danej cieczy. Skoro do swych badań używać będziesz stale tę samą rurkę, wówczas wzniesienie się cieczy będzie zależne od jej napięcia powierzchniowego.

A więc zanurz czystą i suchą rureczkę kolejno do wody, acetonu, alkoholu i eteru. Najwyżej w rurce wzniesie się woda, aceton blisko 3-krotnie mniej, alkohol jeszcze mniej, eter niemal zupełnie się nie wzniesie.

Wszystko się zgadza. Napięcie powierzchniowe bowiem wynosi:

NAPIĘCIE POWIERZCHNIOWE – DYN/CM



wody	72,8 dyn/cm,
acetonu	24,0 dyn/cm,
alkoholu	22,3 dyn/cm,
eteru	17,0 dyn/cm.

Jest jeszcze jedno proste i efektowne doświadczenie świetnie ilustrujące obniżanie napięcia powierzchniowego wody już przy minimalnym dodatku eteru. Polega ono po prostu na podstawieniu parowniczki z eterem pod wylot biurety, z której ze stałą szybkością kapie woda (np. 30 kropel na minutę). Po zbliżeniu parowniczki do dolnego otworu biurety, krople ożywiają się jakby „podniecone" narkotykiem, spadają zaraz znacznie częściej. Ponieważ otwór w zaworze biurety się nie zmienił, więc ilość wypływającej z biurety wody jest teraz ta

sama co i poprzednio. Natomiast większa ilość kropli „zaeterowanych" spada tylko dlatego, że dzięki zmniejszeniu się napięcia powierzchniowego odrywają się one od szkła przy znacznie mniejszym ciężarze.

— No dobrze, ale co to wszystko ma wspólnego z mydłem i praniem? — pytasz.

Zapewniam Cię szybko, że ma i to bardzo wiele. Jeszcze tylko chwileczkę cierpliwości, a dojdziemy do sedna sprawy, tzn. do prania.

Do naczynia z czystą wodą, w której jest zanurzona Twoja rurka do pomiaru napięcia powierzchniowego, dodawaj powoli kroplomierzem wodny roztwór mydła lub jakikolwiek płynny syntetyczny środek piorący. Obserwuj bacznie poziom wody w rurce, a najlepiej zaznacz granicę, do której sięgał słupek czystej wody. W miarę dodawania roztworu mydła, czy też syntetycznego środka, poziom cieczy w rurce będzie powoli opadać.

Wniosek pierwszy

To obserwowane zachowanie się wody świadczy o obniżaniu się napięcia powierzchniowego wody. Mamy już więc wniosek pierwszy — mydło oraz syntetyczne środki piorące obniżają napięcie powierzchniowe wody.

Jakie to ma znaczenie podczas prania?

Natrzyj lekko oliwą kawałek płytki szklanej i polej ją wodą. Po lekkim wstrząśnięciu płytka będzie niemal sucha, gdyż woda nie zwilża zatłuszczonych powierzchni

i zbiera się na nich w kropelki. Kropelki te, jako niezwiązane z zatłuszczoną powierzchnią łatwo z niej spadają.

Tę samą zatłuszczoną płytkę polej z kolei wodnym roztworem mydła lub syntetycznego środka piorącego. Teraz dzięki obniżeniu napięcia powierzchniowego, woda zwilża nawet zatłuszczoną powierzchnię.

Czym jest brud na naszych rękach i bieliźnie? W przeważającej większości tzw. zwykły brud, to różne tłuszcze lub oleje mineralne i przylepione do nich cząsteczki kurzu, sadzy i pyłu. Nie ma się więc czemu dziwić, że czystą wodą nie umyjemy rąk zabrudzonych olejem podczas reperacji roweru, jak również nie upierzemy w niej brudnej bielizny.

Wniosek drugi

Tak, woda z dodatkiem mydła, dzięki obniżeniu napięcia powierzchniowego, zwilża zatłuszczone powierzchnie, a więc np. ręce czy bieliznę. Ale zwilżenie a usunięcie brudu to jeszczę wcale nie to samo. Ciągle więc aktualne jest pytanie, dlaczego mydło pierze?

I tym razem niech nam z pomocą przyjdzie doświadczenie.

Do probówki napełnionej do połowy wodą wlej 2—3 ml jakiegokolwiek oleju jadalnego. Wylot zatkaj palcem i wstrząsaj probówkę jak najsilniej.

Dopóki Twoje mięśnie pracują, woda z olejem wytwarza mętnomleczną zawiesinę. Wystarczy jednak pro-

bówkę pozostawić na parę minut w spokoju, a zgodnie z przysłowiem „oliwa sprawiedliwa zawsze na wierzch wypływa", zawiesina się rozdzieli na wodę i olej.

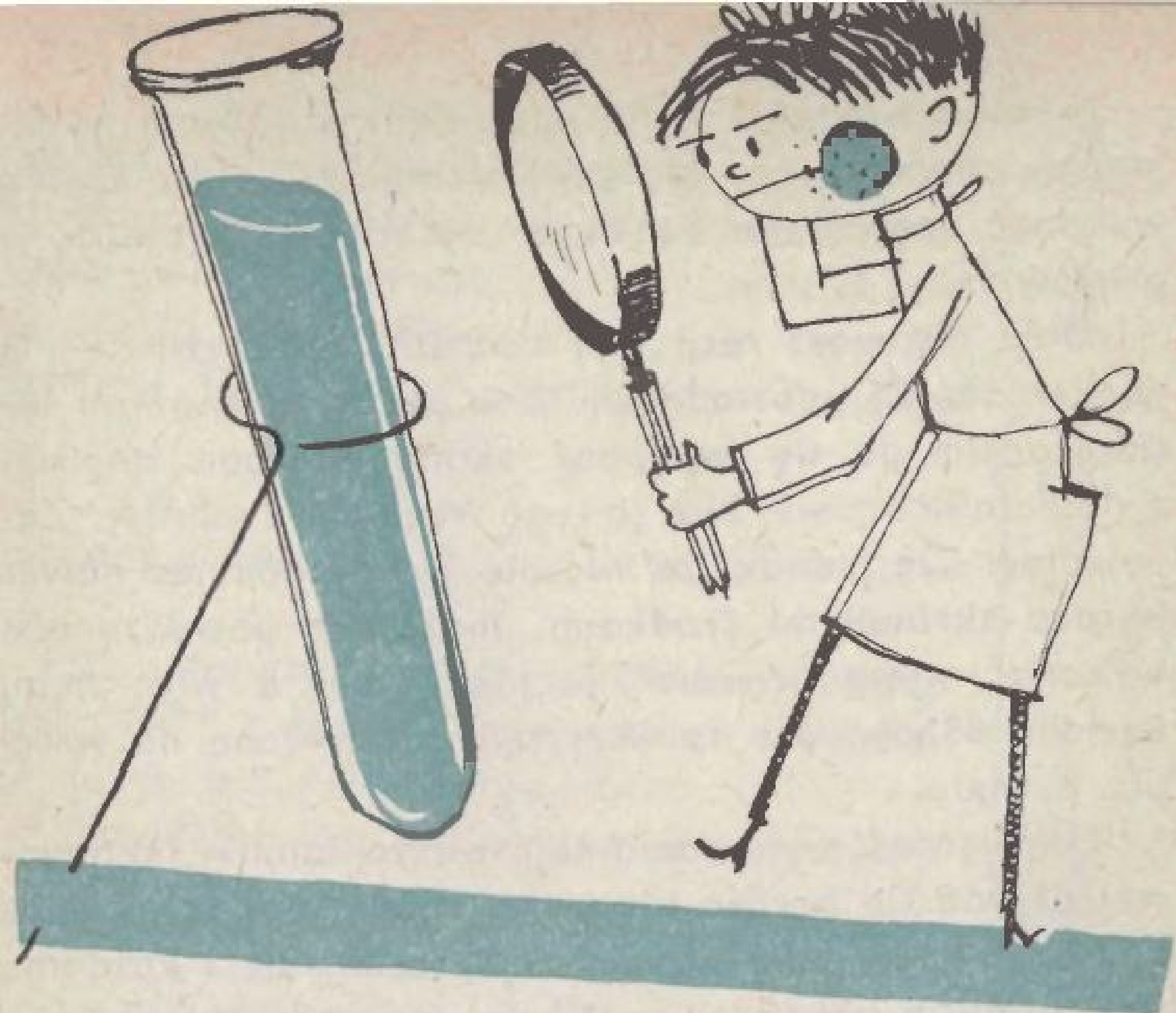
Zresztą krzywisz się, bo wynik był łatwy do przewidzenia. Przecież tłuszcz, jako w wodzie nierozpuszczalny, nie może się z nią mieszać. Silnym wstrząśnięciem rozbijamy jedynie olej na małe kropelki, które natychmiast po ustaniu wstrząsania wypływają do góry i ponownie łączą się w duże krople.

A teraz do Twojej probówki z wodą i olejem dodaj kilkanaście kropli roztworu mydła lub płynnego syntetycznego środka piorącego. Po paru minutach energicznego wstrząsania w probówce powstanie jednolita na oko zawiesina, która nawet po kilkunastu minutach nie ulega rozdzieleniu.

Oczywiście ani mydło, ani syntetyczne środki piorące nie nadają tłuszczom cechy rozpuszczalności w wodzie. Tym niemniej ich obecność w wodzie, dzięki obniżeniu napięcia powierzchniowego pozwala na zwilżanie i emulgowanie tłuszczu. A więc jest i wniosek drugi, że mydło oraz syntetyczne środki piorące umożliwiają emulgowanie tłuszczów, czyli ich rozpraszanie w wodzie. Po prostu w obecności tych ciał tłuszcze są łatwe do wypłukania i usunięcia. Z chwilą gdy z naszej skóry bądź z bielizny usunięty zostanie tłuszcz, cząstki sadzy czy kurzu pozbawione „kleju", którym były uprzednio przytwierdzone, stają się łatwiejsze do usunięcia. Ponadto mydło, jak też i syntetyczne środki piorące, umożliwiają rozproszenie w wodzie normalnie niezwilżalnych przez nią pyłów.

A więc, jak widzisz, zupełnie niespodziewanie teorię mycia rąk i prania bielizny mydłem, bądź też syntetycznymi środkami piorącymi, mamy już poza sobą.

Oczywiście nie mamy tylko poza sobą umycia rąk i całego sprzętu, który pobrudziłeś wykonując opisywane doświadczenia.



8. CO TO ZA SUBSTANCJA, CZYLI O ANALIZIE CHEMICZNEJ

Czy dany metal jest ołowiem, czy posiadany stop zawiera srebro, jaki metal wchodzi w skład danej soli, jak odróżnić związki miedzi od związków niklu, czym wykryć w roztworach obecność żelaza — oto garść pytań, na jakie niejednokrotnie musisz odpowiedzieć w trakcie pracy w swoim laboratorium chemicznym.

Gdy staniesz przed takim problemem, to zapewne głęboko wzdychasz i wzruszając ramionami mówisz przygnębionym głosem:

— Na to pytanie może odpowiedzieć jedynie wynik analizy chemicznej — po czym dodajesz — ale, aby ją wykonać, potrzebne są duże, doskonale wyposażone pracownie.

Otóż nie masz racji mój kochany. Rzeczywiście nie zamierzam Ci udowadniać, iż w swoim domowym laboratorium da się wykonać skomplikowane analizy, zwłaszcza ilościowe. Nie, ja tego wcale nie twierdzę. Zapewniam Cię jednak, że właśnie Ty, dysponując nawet bardzo skromnymi środkami, możesz z powodzeniem wykonać wiele oznaczeń jakościowych, a więc m.in. udzielić odpowiedzi na wszystkie postawione na wstępie pytania.

Umiejętność wykonania najprostszej analizy jakościowej przyda się bardzo nie tylko Tobie, jeśli zamierzasz kontynuować naukę na wyższej uczelni, ale i każdemu w jego życiu prywatnym. Wbrew powszechnemu mniemaniu, do wykonania prostej analizy nie potrzebne są wcale skomplikowane i drogie aparaty oraz odczynniki.

Analiza chemiczna jakościowa dzieli się na 3 główne działy:

wykrywanie kationów,
wykrywanie anionów,
pełną identyfikację związków.

Podam Ci teraz po parę przykładów wykrywania ważniejszych kationów i anionów, zwłaszcza że większość przeprowadzanych reakcji będzie bardzo ciekawa i efektowna. Zresztą zaraz sam się przekonasz, jak emocjonująca i pasjonująca jest praca chemika detektywa.

Na początek zaczniemy od najłatwiejszego, to jest

od analizy na kationy. Metoda ta opiera się na strącaniu z roztworów odpowiednim odczynnikiem osadów soli kationów należących do jednej grupy. Potem osad taki się rozdziela i identyfikuje poszczególne kationy.



Kationy grupy I

Do pierwszej grupy kationów należą: Ag^{+}, Pb^{2+} i Hg^{+}. Odczynnikiem dla całej tej grupy jest kwas solny, HCl.

Przyjdźmy do przykładów konkretnych.

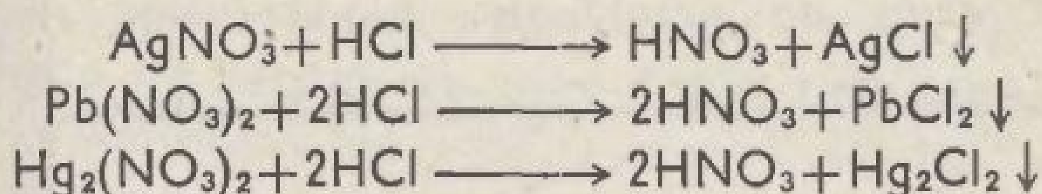
UCZ SIĘ PRACOWAĆ MAŁYMI ILOŚCIAMI

— Jeżeli masz roztwór wodny otrzymany w wyniku rozpuszczania nawet najbardziej skomplikowanej mieszaniny soli różnych metali i jeżeli do roztworu tego dodasz kwasu solnego, to w razie obecności w mieszaninie któregokolwiek z kationów Ag^{+}, Pb^{2+} i Hg^{+} lub też ich wszystkich od razu, strąci się osad chlorków tych metali.

No, ale chwilowo dosyć już tych teoretycznych objaśnień, zabierzmy się lepiej do do-

świadczeń. Na początek radzę Ci dla nabrania wprawy i zorientowania się w czułości poszczególnych reakcji, wykonać parę tzw. ślepych prób ze znanymi roztworami.

A więc sporządź osobno bardzo rozcieńczone wodne roztwory soli np. $AgNO_3$, $Pb(NO_3)_2$ i $Hg_2(NO_3)_2$. Roztwory te wykonaj w ilości po 100 ml. Następnie weź po parę kropel poszczególnych roztworów do probówek, rozcieńczając je jeszcze wodą destylowaną i zadawaj po kropli HCl. Musisz się bowiem od razu uczyć pracować z małymi ilościami i to rozcieńczonych roztworów. Po dodaniu do każdej z probówek kwasu solnego, strąci się w nich biały osad. Powstał on w wyniku reakcji:



$$AgNO_3 + HCl \longrightarrow HNO_3 + AgCl \downarrow$$
$$Pb(NO_3)_2 + 2HCl \longrightarrow 2HNO_3 + PbCl_2 \downarrow$$
$$Hg_2(NO_3)_2 + 2HCl \longrightarrow 2HNO_3 + Hg_2Cl_2 \downarrow$$

Wszystkie te osady są białe i bardzo do siebie podobne, jednak Ty, jako chemik, potrafisz je zaraz bezbłędnie rozróżnić. Innymi słowy, na strąconych osadach chlorków będziesz się z kolei uczyć charakterystycznych reakcji analitycznych na poszczególne kationy:

A OTO REAKCJE POZWALAJĄCE ZIDENTYFIKOWAĆ Ag^+, BOWIEM POZOSTAŁE KATIONY GRUPY I REAKCJI TYCH NIE DAJĄ:

a) osad chlorku srebrowego, wystawiony na sączku na światło, po paru minutach czernieje,
b) osad chlorku srebrowego rozpuszcza się w ciepłym roztworze NH_4OH. Gdy do roztworu takiego dodasz HNO_3 wytrąca się z powrotem osad AgCl.

REAKCJE CHARAKTERYSTYCZNE TYLKO NA JONY Pb^{2+}. POZOSTAŁE KATIONY GRUPY I ICH NIE DAJĄ:

a) Biały osad $PbCl_2$ jest nieźle rozpuszczalny w gorącej wodzie, z której po ostygnięciu wydziela się w postaci pięknych kryształów.

b) Po rozpuszczeniu na gorąco w wodzie $PbCl_2$ dodaj parę kropli roztworu K_2CrO_4 — strąca się wtedy żółty osad $PbCrO_4$, nierozpuszczalny w kwasie octowym.

c) Kation Pb^{2+} daje z roztworem KJ żółty osad PbJ_2 rozpuszczający się przy ogrzaniu w wodzie. Po ostygnięciu wytrącają się piękne drobne kryształy.

d) Kation Pb^{2+} z H_2SO_4 daje nierozpuszczalny biały osad $PbSO_4$.

REAKCJE CHARAKTERYSTYCZNE NA JONY Hg^{+}. POZOSTAŁE KATIONY GRUPY I ICH NIE DAJĄ:

a) Biały osad Hg_2Cl_2 zalany na sączku roztworem NH_4OH natychmiast czernieje na skutek wydzielania się metalicznej rtęci.

b) Osad ten rozpuszczony w wodzie królewskiej (mieszanina 1:3 HNO_3 i HCl) i odparowany do sucha da osad rozpuszczalny w wodzie. Gdy do roztworu takiego dodasz roztwór $SnCl_2$, wytrąci się szary osad zredukowanej metalicznej rtęci.

Radzę Ci w osobnych probówkach strącać osady chlorków kationów I grupy i po parę razy przerobić dla każdego z nich podane wyżej reakcje charakterystyczne.

No i jak podobały Ci się wykonane reakcje? Prawda, że kryształki $PbCl_2$ albo PbJ_2 są ładne?

A teraz mieszanka

Ba, ale widzę, że masz jakieś zmartwienie. O cóż więc chodzi? Rozumiem, pytasz o mieszaninę osadów. Po prostu martwisz się, co będzie, jeżeli od razu strąci Ci się mieszanina dwu lub nawet trzech chlorków kationów grupy I. Czy tak?

I na to ludzie wymyślili sposób. Rozdzielenie strąconej mieszaniny nawet trzech chlorków, a więc srebra, ołowiu i rtęci nie będzie wcale sprawą trudną.

Gdy przerobisz już pojedyncze reakcje na kationy I grupy, wówczas do probówki nalej po kilkanaście kropel roztworów wszystkich trzech kationów I grupy i rozcieńcz to do pełnej probówki wodą. *Do analizy bierz* zawsze co najwyżej połowę roztworu, a resztę pozostawiaj jako rezerwę. Po dodaniu kwasu solnego strąci się osad. Odsącz go i do przesączu dodaj trochę HCl, aby sprawdzić czy całość została strącona.

Osad na sączku przemyj kilka razy zimną wodą z małym dodatkiem HCl. Teraz osad przenieś do małej zleweczki, zalej 20 ml wody i zagotuj. Gorący roztwór szybko przesącz. W przesączu znajdzie się $PbCl_2$, a w nierozpuszczalnym osadzie pozostałe chlorki Ag^+ i Hg^+.

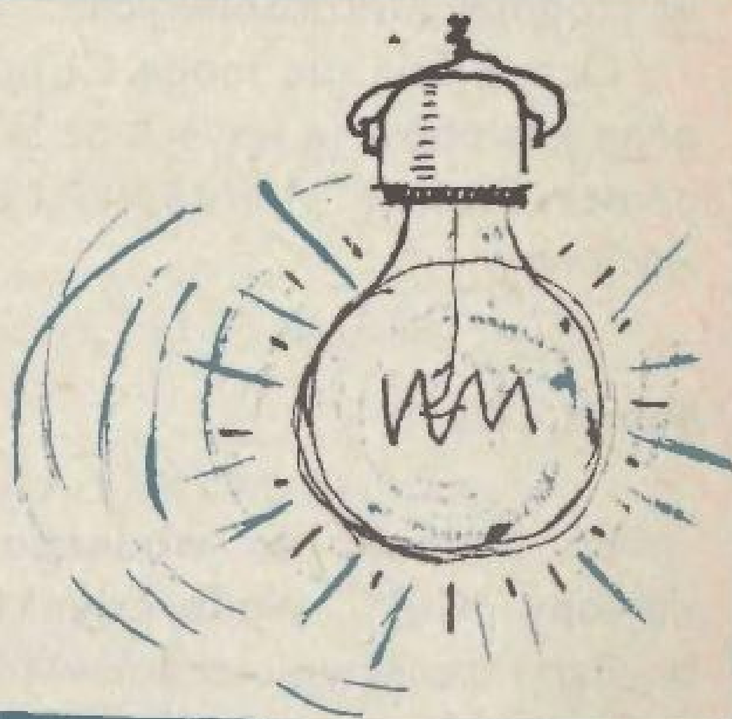
Teraz w przesączu wykryj znanymi Ci już sposobami kationy Pb^{2+}.

Z kolei osad zawierający Ag^+ i Hg^+, w celu rozdzielenia zalej na sączku ciepłym roztworem NH_4OH. Teraz AgCl rozpuszcza się i przechodzi do roztworu. Gdy do roztworu tego dodasz HNO_3, wytrąci się ponownie osad AgCl, który wystaw na światło. Jeżeli

biały ten osad pod wpływem działania światła sczernieje, będzie to niezbitym dowodem obecności kationów Ag^{+}.

Pozostał Ci na sączku sczerniały osad Hg_2Cl_2. Jak pamiętasz osad Hg_2Cl_2 polany roztworem NH_4OH natychmiast czernieje. Ponieważ pod wpływem światła czernieje też i osad AgCl, aby nie było pomyłek powtórzę jeszcze raz tok postępowania.

ŚWIATŁO JEST TEŻ WYKRYWACZEM



Gotując w wodzie wszystkie 3 osady chlorków, rozpuszczasz, a więc oddzielasz $PbCl_2$. Pozostaje Ci mieszanina nierozpuszczalnych białych osadów AgCl i Hg_2Cl_2. Mieszaninę tę, znajdującą się na sączku, zalewasz gorącym roztworem NH_4OH. W gorącym roztworze wodorotlenku amonowego rozpuszcza się tylko AgCl i spływa do zlewki. Natomiast osad Hg_2Cl_2 w NH_4OH się nie rozpuszcza, lecz od razu czernieje i pozostaje na sączku.

A więc teraz zastanówmy się, jakie praktyczne korzyści możesz wynieść z opanowania tych paru prostych reakcji analitycznych. Potrafisz już bezbłędnie wykryć srebro. Dajmy na to, że posiadasz jakąś monetę lub inny wyrób i chcesz sprawdzić czy zawiera srebro. Rozpuszczasz wówczas odrobinę metalu w HNO_3, dodajesz HCl i badasz strącony osad.

W podobny sposób możesz już wykryć ołów w stopach niewiadomego pochodzenia, np. w łożyskach lub w stopach niskotopliwych.

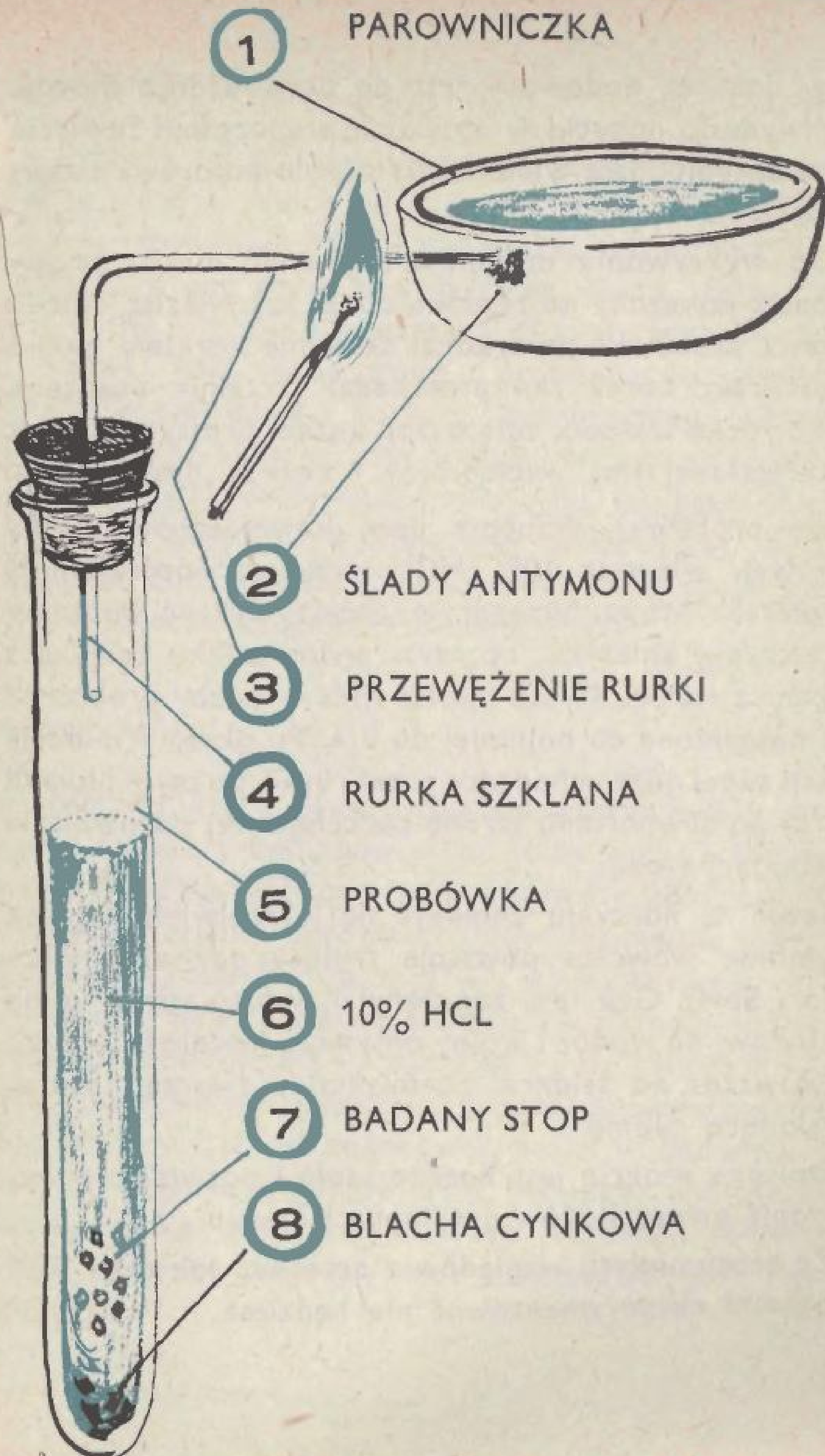
Oczywiście nie mogę Ci już objaśnić analizy dalszych grup kationów (a jest ich aż 5), ale mogę Ci jeszcze podać proste reakcje charakterystyczne dla popularniejszych kationów.

Miedź, Cu^{2+}

Po dodaniu do wodnego roztworu zawierającego kationy Cu^{2+} wodorotlenku amonowego, powstaje bardzo intensywnie zabarwiony na błękitno, rozpuszczalny związek aminomiedziowy. Reakcja ta pozwala na wykrywanie nawet bardzo małych ilości miedzi.

Antymon, Sb^{3+}

Opiszę Ci teraz prosty a zarazem efektowny sposób wykrywania antymonu. Po pierwsze jednak przypominam, że metal ten wchodzi w skład licznych stopów, jak np. drukarskiego, z którego odlewane są czcionki, łożysko-


1 PAROWNICZKA
2 ŚLADY ANTYMONU
3 PRZEWĘŻENIE RURKI
4 RURKA SZKLANA
5 PROBÓWKA
6 10% HCL
7 BADANY STOP
8 BLACHA CYNKOWA

wego, jak też dodawany jest do utwardzania ołowiu. Możliwym do nabycia w aptekach preparatem zawierającym antymon jest winian antymonylo-potasowy zwany emetykiem.

Do wykrywania antymonu wykonać musisz prosty aparacik pokazany na rysunku obok. Jak widzisz, składa się on z probówki, zamykanej szczelnie korkiem gumowym. Przez korek ten przechodzi szczelnie osadzona cienka rurka szklana, zgięta pod kątem prostym. Koniec rurki szklanej jest wyciągnięty i tworzy przewężenie.

Do probówki wrzucasz parę kawałeczków blachy cynkowej, wlewasz 10% HCl, wrzucasz rozdrobniony kawałeczek stopu, w którym chcesz wykryć antymon lub szczyptę emetyku, po czym wylot szybko zamykasz korkiem z rurką. Kwasu musisz wlać tyle, aby probówka była napełniona co najmniej do 3/4. Po około 1 minucie reakcji zapal gazy uchodzące przez rurkę, po czym płomyk skieruj na zewnętrzną stronę porcelanowej parowniczki napełnionej wodą.

Jeżeli w naczyniu znajduje się jakikolwiek związek antymonu, wówczas powstaje trujący gaz antymonowodór, SbH_3. Gaz ten, zapalony u wylotu rurki, ulega rozkładowi na wodór i wolny antymon. Metal ten osadza się wówczas na ściance parowniczki, tworząc szarą, połyskującą plamę.

Opisana reakcja jest bardzo czuła i pozwala na wykrywanie nawet śladów antymonu i arsenu.

Ze zrozumiałych względów z arsenem, jak też i jego związkami eksperymentować nie będziesz.

Cyna, Sn^{2+}

Kationy te możesz wykrywać zarówno w stopach, jak w różnych solach cyny. A więc małe kawałeczki badanego stopu lub odrobinę badanej soli umieść w zleweczce, wrzuć parę kawałeczków cynku, całość zalej 10—15 ml 5% HCl i wymieszaj. W tym czasie do czystej probówki wlej zimną wodę i probówkę tę umieść na chwilę w zleweczce z burzącą się mieszaniną. Następnie probówkę szybkim ruchem przenieś do małego płomienia palnika. Jeżeli w zleweczce była cyna, zewnętrzna część probówki pokryje się błękitnym światełkiem. Zresztą dokładny opis tej reakcji podałem Ci już w części pierwszej książeczki „Ciekawe doświadczenia".

Nikiel, Ni^{2+}

Metodą, którą Ci zaraz podam, można wykrywać jedynie roztwory związków niklu. Jeżeli więc chcesz metal ten wykryć np. w stopie monetowym czy też drucie wtopionym w szkło w żarówkach, wówczas metale te trzeba koniecznie rozpuścić np. w HNO_3 lub wodzie królewskiej.

W celu wykrycia niklu bierzesz 2—3 krople badanego roztworu, dodajesz 2—3 ml wody i parę kropel NH_4OH. Następnie musisz dodać parę kropel roztworu dwumetyloglioksymu i całość zagotować. Jeżeli w badanym roztworze były nawet ślady niklu, wówczas wystąpi czerwonokrwiste zabarwienie. Przy większej zawartości niklu opadnie czerwony osad dwumetyloglioksymu niklawego.

Żelazo, Fe^{3+}

Podobnie jak nikiel, metal ten będziesz mógł wykrywać jedynie w roztworach. A więc do 2 ml badanego roztworu w probówce dodajesz parę kropli kwasu solnego, po czym kilkanaście kropli roztworu żelazocjanku potasowego, $K_4[Fe(CN)_6]$, i całość długo mieszasz silnie wstrząsając. Jeżeli w badanym roztworze były związki żelaza dysocjujące z wytworzeniem kationów Fe^{3+}, wówczas zawartość probówki stanie się intensywnie błękitna, dzięki powstaniu związku o nazwie błękit pruski.

Dodanie do roztworu zawierającego kationy Fe^{3+} rodanku potasowego, KCNS, lub amonowego, $(NH_4)CNS$, powoduje powstanie krwistoczerwonego zabarwienia.

Reakcja ta pozwala na odróżnienie kationów Fe^{3+} od kationów Fe^{2+}. Kationy żelaza dwuwartościowego, Fe^{2+}, ani z żelazocyjankiem, $K_4Fe(CN)_6$, ani z rodankami reakcji barwnych nie dają.

Aby wykryć kationy Fe^{2+} do roztworu takiej soli dodaj parę kropli roztworu żelazicyjanku potasowego, $K_3[Fe(CN)_6]$. Powstaje natychmiast niebieski osad zwany błękitem Turnbulla.

Ponieważ nazwy i wzory odczynników żelazocyjanku i żelazicyjanku potasowego są dosyć podobne, aby więc uniknąć pomyłek powtarzam raz jeszcze.

Tylko z kationami Fe^{3+} reakcje barwne dają rodanek potasowy, KCNS i żelazocyjanek potasowy, $K_4[Fe(CN)_6]$.

Tylko z kationami Fe^{2+} reakcję barwną daje żelazicyjanek potasowy, $K_3[Fe(CN)_6]$.

Chrom, Cr^{3+}

Wykrywanie tego kationu jest stosunkowo bardziej pracochłonne, ale za to bardzo efektowne.

Do probówki wlej 2—3 ml np. siarczanu chromowego, $Cr_2(SO_4)_2$, po czym dodawaj do probówki, ale dosłownie kroplami, 5% roztwór wodorotlenku sodowego, NaOH. Początkowo strąca się szarozielony galaretowaty osad, który następnie ulega rozpuszczeniu. Gdy to nastąpi, dodaj parę kropli wody utlenionej, H_2O_2 i całość ogrzewaj. Po paru minutach roztwór z zielonkawoszarego stanie się żółty. Jeżeli teraz do takiego żółtego roztworu dodasz parę kropli kwasu siarkowego, to całość przybierze barwę pomarańczową.

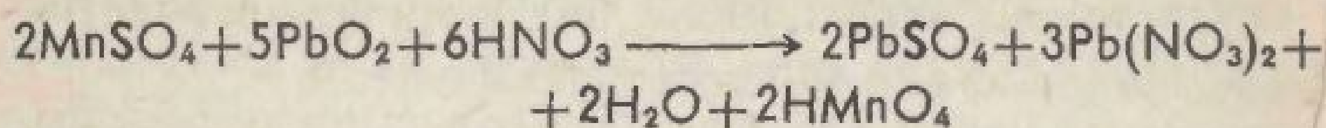
Mangan, Mn^{7+}

1 ml badanego roztworu wlej do parowniczki, po czym dodaj 3 ml stężonego HNO_3 i około 2 g dwutlenku ołowiu, PbO_2. Całość wymieszaj i ogrzewaj do wrzenia przez 1—2 minuty, a następnie rozcieńcz 10 ml wody.

Gdy czarny proszek PbO_2 opadnie na dno parowniczki, zbierze się nad nim malinowo zabarwiony roztwór. Właśnie ta barwa roztworu niezawodnie świadczy o obecności manganu.

Ta bardzo czuła reakcja polega na utlenianiu związków manganu do kwasu nadmanganowego, $HMnO_4$, związku o barwie malinowej.

Zachodzącą podczas utleniania reakcję możemy zapisać:



$$2MnSO_4 + 5PbO_2 + 6HNO_3 \longrightarrow 2PbSO_4 + 3Pb(NO_3)_2 + 2H_2O + 2HMnO_4$$

lub



$$5Pb^{4+} + 2Mn^{2+} \longrightarrow 5Pb^{2+} + 2Mn^{7+}$$

Glin, Al^{3+}

Do 5 ml badanego roztworu dodaj 2—3 krople roztworu chlorku amonowego, NH_4Cl, po czym dodawaj po kropli wodorotlenek amonowy, NH_4OH. W razie obecności glinu pocznie się strącać biały, galaretowaty osad $Al(OH)_3$. Niestety dosyć podobny osad dają również cynk, kadm i jeszcze inne metale. Dlatego też, aby przekonać się, czy osad ten zawiera $Al(OH)_3$, przemyj go wodą, po czym, gdy lekko podeschnie, zwilż, ale powtarzam stanowczo, zwilż lekko 1—2 kroplami bardzo rozcieńczonego roztworu azotanu kobaltawego, $Co(NO_3)_2$.

Sączek wraz z osadem zwiń, umieść na pokrywce tygielka i po wysuszeniu wypraż mocno palnikiem gazowym. W razie obecności glinu, otrzymasz niebieski proszek tzw. błękit Thenarda $Co(AlO_2)_2$. Pamiętaj jednak, że dodanie nadmiaru $Co(NO_3)_2$ da Ci osad czarny, który całkowicie zakryje potrzebny nam osad niebieski.

Cynk, Zn^{2+}

Chcąc wykryć nawet ślady cynku, postępujesz tak samo, jak przed chwilą przy wykrywaniu glinu. Różnica polegać będzie tylko na barwie proszku po wyprażeniu. W razie obecności glinu jest on niebieski, zaś gdy masz do czynienia z cynkiem — proszek będzie zielony. Jest to tzw. zieleń Rinmanna $CoO \cdot 4ZnO$.

Wapń, Ca^{2+}

Do 2 ml badanego roztworu dodajesz parę kropel roztworu Na_2CO_3. Strąca się wówczas bardzo drobny biały osad. Probówkę wraz z osadem ogrzewaj przez 30 minut w zlewce z wodą, po czym osad odsącz. Umocz stalowy drucik w HCl, nabierz na koniec nieco wysuszonego już osadu i umieść w płomieniu palnika. Jeżeli w badanym roztworze był wapń, płomień zabarwi się na ceglastoczerwono.

Jeszcze prostszą metodą wykrycia w roztworze kationów Ca^{2+} jest dodanie rozcieńczonego H_2SO_4. Dzięki zachodzącej natychmiast reakcji



$$Ca^{2+} + 2Cl^- + 2H^+ + SO_4^{2-} \longrightarrow 2HCl + CaSO_4\downarrow$$

strąca się nierozpuszczalny biały osad siarczanu wapniowego. W pierwszej chwili jest on nadzwyczaj drobnoziarnisty, a więc trudny do odsączenia. Roztwór trzeba ogrzewać przez 10—15 minut, a wówczas osad $CaSO_4$ da się już łatwo odsączyć.

Teraz kolej na aniony

Poznałeś już metody wykrywania paru najpospolitszych metali. Prawda, że ich wyśledzenie nie było specjalnie trudne? Teraz więc warto jeszcze nauczyć się równie szybkich i prostych reakcji pozwalających na wykrywanie najpospolitszych anionów.

Chlorki, jodki, bromki, Cl^-, J^-, Br^-

Aby wykryć te aniony, do badanego roztworu dodajesz parę kropel roztworu $AgNO_3$. Aniony Cl^- dadzą znany Ci już osad AgCl, aniony Br^- dadzą żółtawy serowaty osad AgBr rozpuszczalny w NH_4OH, zaś aniony J^- żółty osad AgJ nierozpuszczalny w NH_4OH.

A teraz prosta metoda pozwalająca wykryć bromki i jodki, jeżeli oba te aniony znajdują się w badanym roztworze.

Zacznijmy od wykrywania samych bromków za pomocą wody chlorowej. Prostym tym odczynnikiem nazy-

NIE SZUKAJ PO

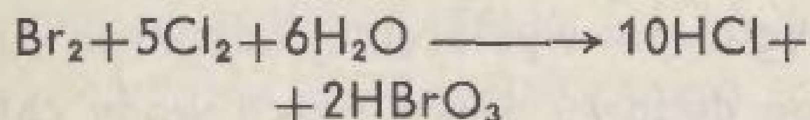
wamy zimną wodę nasyconą chlorem. Ponieważ woda chlorowa jest odczynnikiem bardzo nietrwałym, trzeba ją przyrządzać bezpośrednio przed użyciem no i oczywiście w ilościach małych, bowiem potrzebne Ci będzie zaledwie 2—3 ml.

W 1 ml wody rozpuść odrobinę np. bromku sodowego lub potasowego. W małej probówce kroplę tego roztworu zadaj paru kroplami wody chlorowej. Roztwór zżółknie, ponieważ chlor wyrugował brom:



$$2NaBr + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl + Br_2 \downarrow$$

Do probówki z żółtawym roztworem dodaj teraz 1 ml czterochlorku węgla, CCl_4, całość mocno wstrząśnij. Czterochlorek węgla rozpuszcza w sobie brom i jako cięższy opada w postaci brunatnej warstewki na dno probówki. Jeżeli teraz do probówki dodasz jeszcze dużą porcję wody chlorowej i całość zmieszasz, to brunatne zabarwienie zniknie. Dzieje się tak dlatego, że nadmiar chloru utleni brunatny brom na bezbarwny kwas bromowy:



$$Br_2 + 5Cl_2 + 6H_2O \longrightarrow 10HCl + 2HBrO_3$$



OMACKU

Znając reakcję rugowania bromu chlorem możesz przystąpić do badania mieszaniny. W tym celu w 1 ml wody rozpuść odrobinę NaBr i odrobinę KJ.

Podobnie jak poprzednio, krople roztworu wlej do małej probówki i dodaj, ale dosłownie 2—3 krople świe-

żej wody chlorowej. Natychmiast całość ściemnieje, a po dodaniu czterochlorku węgla warstwa CCl_4 wskutek rozpuszczenia się w niej jodu zabarwi się na fiołkowo:



$$2NaJ + Cl_2 \longrightarrow 2\ NaCl + J_2 \downarrow$$

Po dodaniu następnej porcji wody chlorowej, wskutek utleniania jodu do kwasu jodowego, całość się odbarwi:



$$J_2 + 5Cl_2 + 6H_2O \longrightarrow 10HCl + 2HJO_3$$

Jeżeli teraz dodamy następną porcję wody chlorowej, to spowodujemy wyrugowanie bromu.

A więc przypominam jak wygląda wykrywanie jodków i bromków zawartych w jednym roztworze:

— najpierw wydziela się wolny jod: czterochlorek węgla ługuje jod i barwi się na fiołkowo;
— następnie w miarę dodawania wody chlorowej, wyrugowany jod utlenia się na kwas jodowy: warstwa czterochlorku węgla po wykłóceniu odbarwia się;
— wtedy dopiero, po dodaniu nowej porcji wody chlorowej, zaczyna się wydzielać brom, a warstwa czterochlorku węgla zabarwia się na brązowo;
— wreszcie po dodaniu nadmiaru wody chlorowej zanika i to zabarwienie, ponieważ brom utlenia się na kwas bromowy.

Udaje się to doskonale, jeżeli do przyrządzenia roztworu mieszaniny użyć tylko po odrobinie bromku sodowego i jodku potasowego i jeżeli woda chlorowa jest świeżo przyrządzona.

Sam jod można wykrywać jeszcze prościej.

Do badanego roztworu dodajesz parę kropli kleiku skrobiowego, a następnie wodę chlorową. Wyrugowany jod barwi natychmiast skrobię na fioletowo.

Azotany, NO_3^-

Do probówki wlej 10 ml nasyconego wodnego roztworu $FeSO_4$ i 3 ml stężonego H_2SO_4. Po wymieszaniu probówkę nachyl i ostrożnie po ściance wlej do środka 1 ml badanej cieczy. Wlewanie to musisz wykonać bardzo powoli i ostrożnie, aby nie wymieszać cieczy z roztworem w probówce. Jeżeli badany roztwór zawierał aniony NO_3^-, na granicy płynów w probówce utworzy się wyraźna brunatna obwódka.

Siarczany, SO_4^{2-}

Aniony te, pochodne kwasu siarkowego, występują w wielu pospolitych solach jak Na_2SO_4, $FeSO_4$, $MgSO_4$, K_2SO_4, $CuSO_4$, ałuny i wiele innych.

Wykrywanie anionu SO_4^{2-} jest stosunkowo łatwe, gdyż wykorzystujemy tu nierozpuszczalność takich związków, jak $PbSO_4$, $CaSO_4$, $BaSO_4$.

W trzech małych probówkach zawierających po 2—3 ml wody, rozpuść w pierwszej odrobinę $CuSO_4$, w drugiej odrobinę Na_2SO_4, do trzeciej dodaj 1 kroplę H_2SO_4.

Teraz do każdej z tych probówek dodaj po parę kropli roztworu $Pb(NO_3)_2$, $BaCl_2$ lub $CaCl_2$. We wszystkich probówkach strącą się nierozpuszczalne siarczany ołowiu, baru lub wapnia.

Łącznie z chlorkami i siarczanami węglany stanowią jeden z pospolitszych i najczęściej spotykanych w przyrodzie anionów.

Węglany wywodzą się z bardzo słabego i nietrwałego kwasu węglowego, H_2CO_3. Dlatego też, jeżeli jakąkolwiek sól kwasu węglowego, czyli jakikolwiek węglan w stanie suchym czy też roztworu zadasz mocnym kwasem, np. azotowym, wówczas następuje rozkład anionów CO_3^{2+} z wydzieleniem dwutlenku węgla, CO_2. A więc np.



$$Na_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$



$$CaCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

Jak z tego łatwo się domyślisz, wykrywanie węglanów CO_3^{2-} sprowadza się do stwierdzenia uchodzenia CO_2.



Aby nadmiernie nie dowierzać wynikom obserwacji uchodzenia pęcherzyków gazu, postąpić możesz następująco.

Odrobinę badanej substancji umieść w maleńkim tygielku lub parowniczce, dodaj 2—3 krople HNO_3, po czym nisko nad badanym preparatem trzymaj bagietkę szklaną, na końcu której wisi kropelka wodorotlenku barowego, $Ba(OH)_2$.

BEZ POCHOPNYCH WNIOSKÓW

Przy wydzielaniu się CO_2 wodorotlenek barowy mętnieje wskutek tworzenia się węglanu barowego:

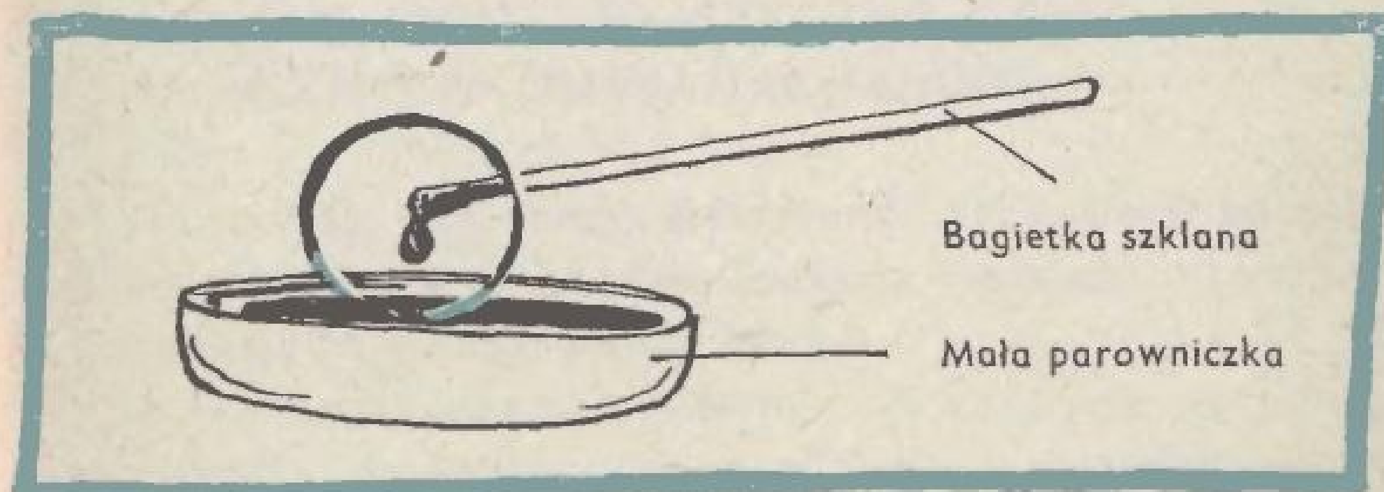


$$Ba(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow H_2O + BaCO_3 \downarrow$$

Octany CH_3COO^-

I tym razem wykrywanie anionów będzie łatwe i szybkie. Do dwu małych probówek, napełnionych do 1/3 wodą, dodaj po 2 krople kwasu octowego lub po odrobinie dowolnego octanu np. sodowego, ołowiawego czy glinowego.

Teraz do jednej probówki dodaj parę kropli roztworu chlorku żelazowego, $FeCl_3$. Zawartość probówki natychmiast czerwienieje.



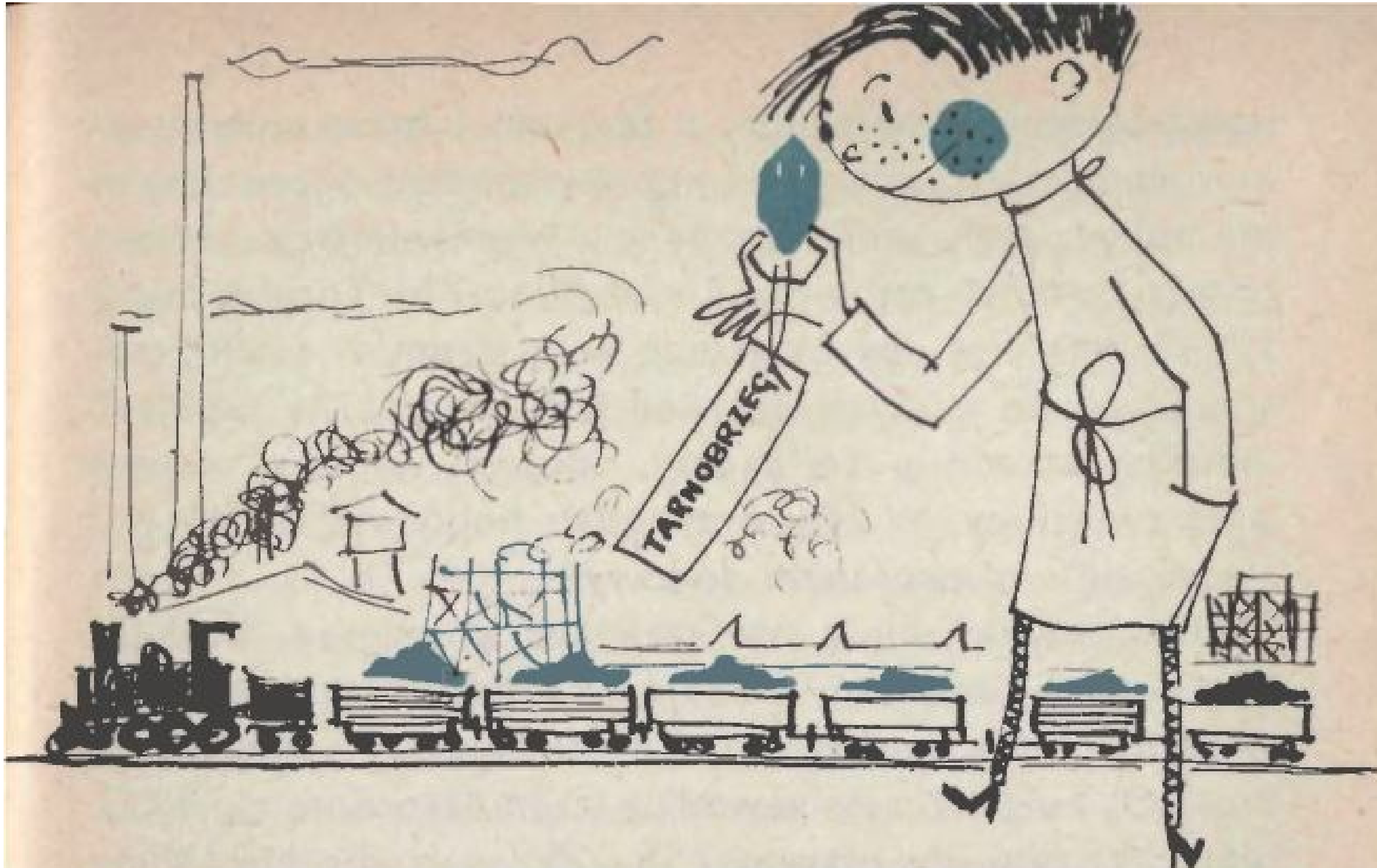
Zapamiętaj tę reakcję, gdyż jest ona dla octanów bardzo charakterystyczna.

Natomiast do drugiej probówki dodaj 0,5 ml 10% H_2SO_4. Po zmieszaniu i ewentualnym ogrzaniu poczujesz

wyraźny zapach kwasu octowego. Po prostu H_2SO_4 jako mocniejszy wypiera kwas octowy.

Tak uzbrojony w zasady pracy chemika-detektywa, możesz już wyruszyć na samodzielne łowy.

Pamiętaj tylko, że chemikowi, a zwłaszcza analitykowi nie wolno się spieszyć oraz wydawać pochopnych sądów. Takie postępowanie mści się nieraz i to bardzo boleśnie.



9. KRUCHE, SYPKIE I PLASTYCZNE, CZYLI O RÓŻNYCH ODMIANACH SIARKI

Proponuję Ci teraz wykonanie serii doświadczeń, których bohaterem będzie jeden z naszych surowców narodowych, a mianowicie siarka.

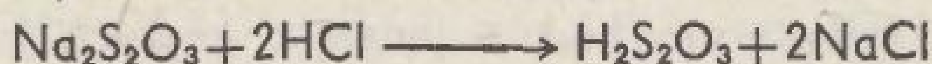
Jak zawsze, zacząć musimy od zdobycia surowca. W handlu są spotykane zasadniczo 2 gatunki siarki. Jeden — to siarka w postaci mniejszych lub większych kawałków zwana siarką krystaliczną, drugą odmianą jest tzw. kwiat siarczany, czyli drobny proszek, przypominający swą sypkością mąkę.

Jeżeli jednak w sklepach chemicznych, z artykułami

gospodarstwa domowego, z farbami i lakierami, artykułami mydlarskimi, bądź też w sklepach ogrodniczych nie nabędziesz siarki pod żadną z wymienionych postaci, to nie załamuj rąk i nie kupuj biletu do Tarnobrzega. Na to bowiem, aby otrzymać parę gramów siarki, potrzebnych do naszych doświadczeń, możesz się posłużyć metodą wsteczną, to znaczy, możesz wydobyć siarkę z jej związków. W tym przypadku najłatwiej będzie posłużyć się tiosiarczanem sodowym.

Jak pewnie wiesz, związek ten o wzorze $Na_2S_2O_3$ jest bardzo popularny i znajduje szerokie zastosowanie w technice fotograficznej jako utrwalacz. — Kryształki $Na_2S_2O_3$ rozpuszczasz w wodzie o temperaturze ok. 30°C, biorąc ich tyle, aby otrzymać 15—20% roztwór. Następnie do roztworu tego wkraplaj powoli, całość mieszając, kwas solny, HCl. Po paru minutach zauważysz, iż roztwór mętnieje. Będzie to znak, iż właściwa reakcja już się rozpoczęła.

Pod wpływem dodawania do tiosiarczanu sodowego kwasu solnego powstaje w pierwszym rzędzie kwas tiosiarkowy oraz chlorek sodowy.



$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \longrightarrow H_2S_2O_3 + 2NaCl$$

W drugiej fazie reakcji bardzo nietrwały kwas tiosiarkowy ulega rozkładowi na dwa produkty: kwas siarkawy oraz wolną siarkę:



$$H_2S_2O_3 \longrightarrow H_2SO_3 + S\downarrow$$

Właśnie wytrącanie się siarki powoduje mętnienie roztworu. Skoro więc zauważysz, iż roztwór już mętnieje, dolej do naczynia 10 ml kwasu solnego, po czym naczynie

to odstaw w ciepłe miejsce na 2—3 dni. Pamiętaj, że sączenie roztworu w niedługim czasie po zmętnieniu jest niecelowe. Siarka wytrąca się w stanie niesłychanie małych koloidalnych cząstek, przechodzących swobodnie przez pory bibuły. Jeśli natomiast roztwór odstawisz na 2—3 dni, wówczas koloidalne cząstki siarki ulegają zbiciu i jako już większe zespoły osiądą wreszcie na dnie.

Niech Cię tylko nie zrazi barwa osadu, jaki zgromadzi się po paru dniach na dnie naczynia. Będzie on szarobiaławy, a przecież Ty wiesz, iż siarka posiada kolor żółty. Uprzedzam Cię już teraz, że musisz być przygotowany nie tylko na tę, ale również i na następne jeszcze liczne niespodzianki, jakie sprawi Ci siarka.

Zebrany po paru dniach na dnie naczynia osad siarki odsącz, przemyj lekko zakwaszoną wodą, po czym odsącz przez bibułę i wysusz. Do pozostałego roztworu dodaj parę kropel kwasu solnego i całość ogrzej do 30—35°C. Jeśli po pół godzinie wystąpi zmętnienie, dodaj jeszcze nieco kwasu i odstaw naczynie znowu na parę dni. Jeśli natomiast zmętnienie nie nastąpi, będzie to dowodem, iż cały tiosiarczan uległ już rozkładowi. Wówczas roztwór wylej do parowniczki i zawartość jej powoli odparuj, aż do chwili, gdy poczną się ukazywać białe, gryzące dymy. Jest to gaz, dwutlenek siarki, SO_2 oraz częściowo SO_3, wydzielający się podczas rozkładu kwasu siarkowego, który mógł powstać na skutek utlenienia jonów tiosiarczanowych wolnym chlorem. Po ostudzeniu roztworu, na jego dnie zauważysz nieco białego drobniutkiego osadu. Jest to chlorek sodowy, NaCl, który wytrącił się podczas zagęszczania roztworu. Nad-

miar nieprzereagowanego kwasu solnego ulotnił się podczas odparowywania, tak więc ostatecznie w roztworze pozostał prawie czysty kwas siarkowy. Ponieważ kwas siarkowy bardzo silnie działa na celulozę, nie możesz go sączyć przez bibułę. Zebraną na dnie parowniczki sól oddziel zlewając po prostu delikatnie kwas siarkowy.

Na początek kryształki rombowe

Weź teraz kilka gramów siarki i wsyp ją na metalową pokrywkę od pudełka do pasty do obuwia, po czym pokrywkę postaw na siatce azbestowej. Następnie pod siatką umieść palnik lub lampkę spirytusową i rozpoczynaj powolne ogrzewanie.

Po chwili ogrzewania zauważysz topnienie się siarki. Gdy cała już zawartość pokrywki zamieni się w jasnożółtą ciecz, ogrzewanie przerwij i daj stopionej siarce spokojnie zakrzepnąć. To pierwsze, wstępne niejako doświadczenie, możesz oczywiście wykonać zarówno z kupionym kwiatem siarkowym czy też siarką otrzymaną własnoręcznie przez rozkład tiosiarczanu. W tym ostatnim przypadku zaobserwujesz ciekawe zjawisko. Mianowicie, jeżeli zaczniesz ogrzewanie siarki otrzymanej z rozkładu tiosiarczanu sodowego, to szarawobiały proszek pod wpływem ogrzewania, topiąc się pocznie zmieniać kolor. Przybiera mianowicie zabarwienie jasnożółte.

Jeśli wewnętrzne ścianki metalowej pokrywki nie były zardzewiałe, wówczas wyjęcie z niej zastygłego krążka siarki nie nastręczy Ci żadnych trudności. Weź taki krążek i połam go na parę kawałeczków. Skoro teraz

KRYSZTAŁ ROMBOWY



uważnie spojrzysz na przełom zakrzepłej siarki, bez trudności spostrzeżesz, iż jest on jakby usiany drobniutkimi kryształkami. Jeżeli posiadasz lupę, to patrząc przez nią z łatwością dostrzeżesz, iż kryształki te mają wszystkie jednakowy kształt. Są to mianowicie maleńkie kryształki siarki rombowej. Kształt ich możesz obejrzeć na rysunku obok.

Z Twojej miny wnioskuję, iż nie jesteś zbytnio zadowolony z dotychczasowego przebiegu doświadczenia. — Ot, zwykłe topienie substancji i oglądanie kryształków — narzekasz — to dobre dla przedszkolaków chemicznych, ale nie dla mnie, wytrawnego już eksperymentatora.

Moja odpowiedź będzie krótka i banalna: — Nie mów hop, dopóki rowu nie przeskoczysz. I na dodatek zadam Ci bardzo proste pytanko: A w czym to rozpuszcza się siarka?

Milczysz zakłopotany, następnie kartkujesz szybko jakiś kalendarz czy inny podręcznik i wreszcie wołasz z triumfem:

— W dwusiarczku węgla.

A ja na to:

— I tak, i nie.

Następnie równie trudno będzie się nam dogadać na

temat temperatury topnienia siarki, jak i jej ciężaru właściwego. Ty podajesz temp. topnienia 112,8°C, a ja — 119°C. Ty twierdzisz, że ciężar właściwy siarki wynosi 2,06, a ja że 1,96.

I tak moglibyśmy sprzeczać się godzinami, rzecz bowiem w tym, że siarka może występować w różnych odmianach alotropowych, różniących się między sobą często znacznie właściwościami fizykochemicznymi.

Rozumiesz już teraz, mam nadzieję, dlaczego zacząłem od tak prostego doświadczenia, jakim było przekrystalizowanie siarki. Po tym zabiegu otrzymałeś w pokrywce tzw. siarkę rombową.

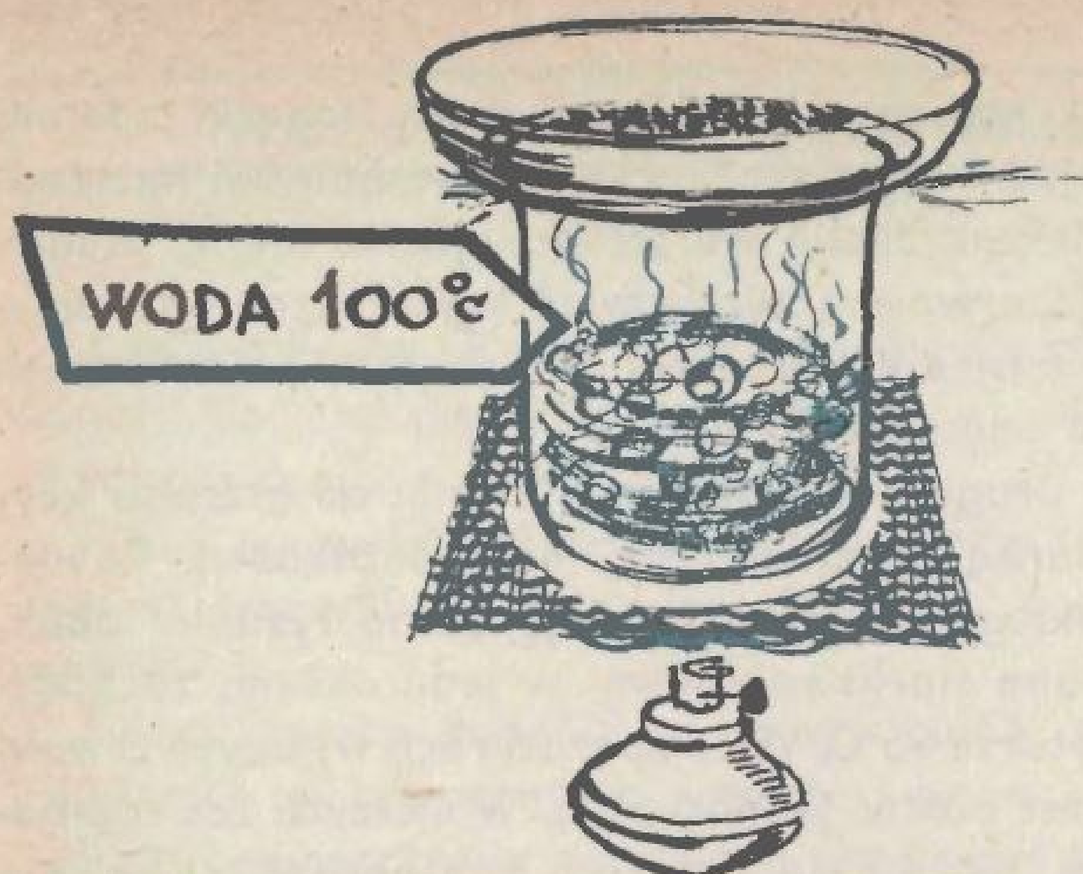
Zapamiętaj więc dobrze, że siarka rombowa rozpuszcza się doskonale w dwusiarczku węgla, CS_2, topi w temp. 112,8°C, a jej ciężar właściwy wynosi 2,06. Dla utrwalenia sobie tych ważnych wiadomości, radzę narysuj w dzienniczku powiększony kryształ siarki rombowej, a obok zapisz właściwości fizyczne tej odmiany.



KRYSZTAŁ PRYZMATYCZNY

Teraz kolej na pryzmatyczne

Spróbujemy otrzymać inną odmianę siarki. — W tym celu zbierz poprzednio połamane kawałeczki i umieść je ponownie w metalowej po-



ŁAŹNIA WODNA

krywce, postaw na siatce i podgrzej aż do stopienia. Gdy cała siarka zmieni się już w ciecz, pokrywkę przenieś na łaźnię wodną. W najprostszym wykonaniu łaźnią wodną może być blaszane pudełko lub zlewka, do której nalejesz wodę. Średnica tego naczynia winna być nieco mniejsza od pokrywki. Łaźnię napełnij wrzącą wodą, postaw ją na siatce azbestowej, zaś na łaźni połóż pokrywkę ze stopioną siarką, tak jak to widzisz na rysunku obok.

Dopływ ciepła tak regulujesz, aby wodę w łaźni utrzymywać stale w stanie łagodnego wrzenia. Gdy to nastąpi, lekko dmuchaj przez kilkanaście sekund na powierzchnię płynnej siarki, dopóki nie utworzy się na niej coś w rodzaju cienkiej skorupki. Skoro ujrzysz już jej powstanie, zgaś palnik i czekaj przez kilka sekund, na-

stępnie za pomocą drewnianej małej łopatki zdejmij zakrzepłą już warstewkę siarki. Po ostygnięciu, na spodniej stronie zakrzepłej warstewki ujrzysz ładne, długie, prawie bezbarwne, przezroczyste krystaliczne igły. Kryształki te posiadają przekrój prostokątny, a końce ich są ukośnie ścięte.

Jest to druga odmiana siarki zwana od kształtu kryształów siarką pryzmatyczną lub jednoskośną. Powiększenie takiego kryształu podaję Ci na rysunku obok.

Przemiana siarki rombowej w jednoskośną zachodzi w temperaturze 96°C. W temperaturach wyższych trwałą odmianą jest postać jednoskośna, w niższych zaś rombowa. Możesz się zresztą o tym bardzo łatwo sam przekonać. Wystarczy znajdujący się w temperaturze normalnej kryształ siarki jednoskośnej potrzeć mocniej drewienkiem lub bagietką, a zaobserwujesz ciekawe zjawisko. — Niemal bezbarwny, przezroczysty kryształek poczyna mętnieć i przybierać wyraźnie żółtawą barwę. Po przełamaniu takiego zmętniałego kryształka, oglądając przełom przez silną lupę, stwierdzisz, iż składa się on teraz z maleńkich kryształków w postaci igiełek.

Zjawisko przechodzenia jednej odmiany w drugą możesz zaobserwować bardzo dogodnie i w odwrotnym kierunku. — Za pośrednictwem łaźni wodnej ogrzewaj kawałek

CZYSTA WODA — WRZENIE 100°C



siarki rombowej. A więc włóż kawałeczek takiej siarki do probówki, którą zanurz w zlewce z mocno osoloną wrzącą wodą.

Aby nie wykonać niezrozumiałych czynności, pytasz oczywiście — po co do wody dodaje się sól?

Otóż, przez dodanie do wody NaCl, podwyższysz jej temperaturę wrzenia i w ten sposób możesz otrzymać niezbędną dla Ciebie temperaturę około 108°C. W tych warunkach masz gwarancję, iż siarki nie stopisz, a jednocześnie ogrzejesz ją powyżej punktu przemiany, czyli do temperatury powyżej 96°C.

Po kilku minutach ogrzewania, gdy już uzyskasz pewność, iż cały kawałek siarki osiągnął temperaturę wyższą niż 96°C, nie wyjmując go z probówki, pocieraj go uprzednio ogrzaną bagietką szklaną. Po chwili zaobserwujesz, iż od miejsca potarcia pocznie się powoli rozchodzić zmętnienie, a rombowe kryształki zamienią się w maleńkie kryształki jednoskośne. Bliższe badania kryształków okażą, iż ta odmiana siarki rozpuszcza się w dwusiarczku węgla, ale znacznie trudniej, zaś topi się w temperaturze 119°C, a jej ciężar właściwy wynosi 1,96.

Radzę, tak jak poprzednio, narysuj kryształ siarki jednoskośnej i zapisz jej właściwości fizykochemiczne.

A teraz na miękko

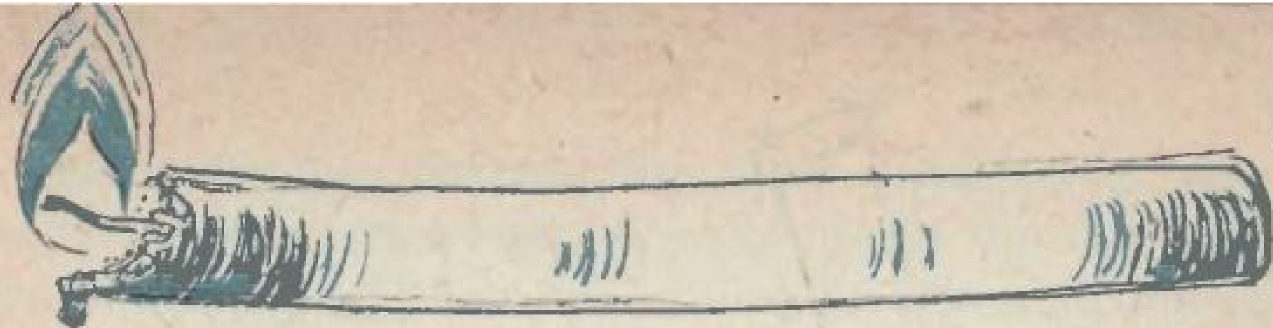
Oprócz już omówionych, możemy jeszcze otrzymać inną odmianę siarki zwaną siarką plastyczną. Zanim to jednak uczynimy, najpierw poznasz dziwne zachowanie się płynnej siarki podczas ogrzewania.

A więc bierzmy się do roboty. — Do probówki wsyp kryształki siarki rombowej bądź kwiat siarczany tak, aby probówka była napełniona w 1/3 swej objętości. Następnie probówkę wstaw do naczynia, np. do małej zlewki z olejem parafinowym i bardzo powoli podnoś temperaturę tej zaimprowizowanej łaźni olejowej. Gdy temperatura we wnętrzu probówki osiągnie już około 115°C, zauważysz, iż siarka pocznie się topić. Po paru minutach kryształki bądź proszek zniknie, a probówkę będzie wypełniać jasna, ruchliwa ciecz. Gdy teraz wyjmiesz probówkę z łaźni i lekko ją przechylisz, wówczas ciecz wylewać się będzie z niej łatwo, podobnie jak woda.

Widzę jednak, że Ty znowu jesteś z tego doświadczenia niezadowolony. Twierdzisz, że topienie siarki jest czynnością tak prostą, że aż niemal niegodną szanującego się chemika, który wykonał już wszystkie, no, prawie wszystkie doświadczenia z pierwszej części tej książeczki.

Przykro mi, mój drogi, ale ja jestem innego zdania i radzę Ci, abyś ostatecznie sądy wygłaszał dopiero gdy przychodzi na to właściwy moment, a więc na końcu.

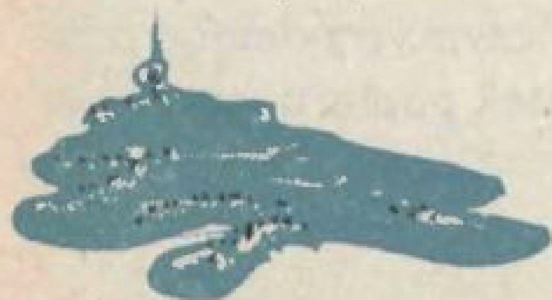
Wiedz już dobrze z doświadczeń, że wszelkie ciecze w miarę ogrzewania stają się coraz rzadsze. A więc np. bardzo gęsty w temperaturze pokojowej olej, stosowany do skrzyń przekładniowych samochodów, ogrzany do

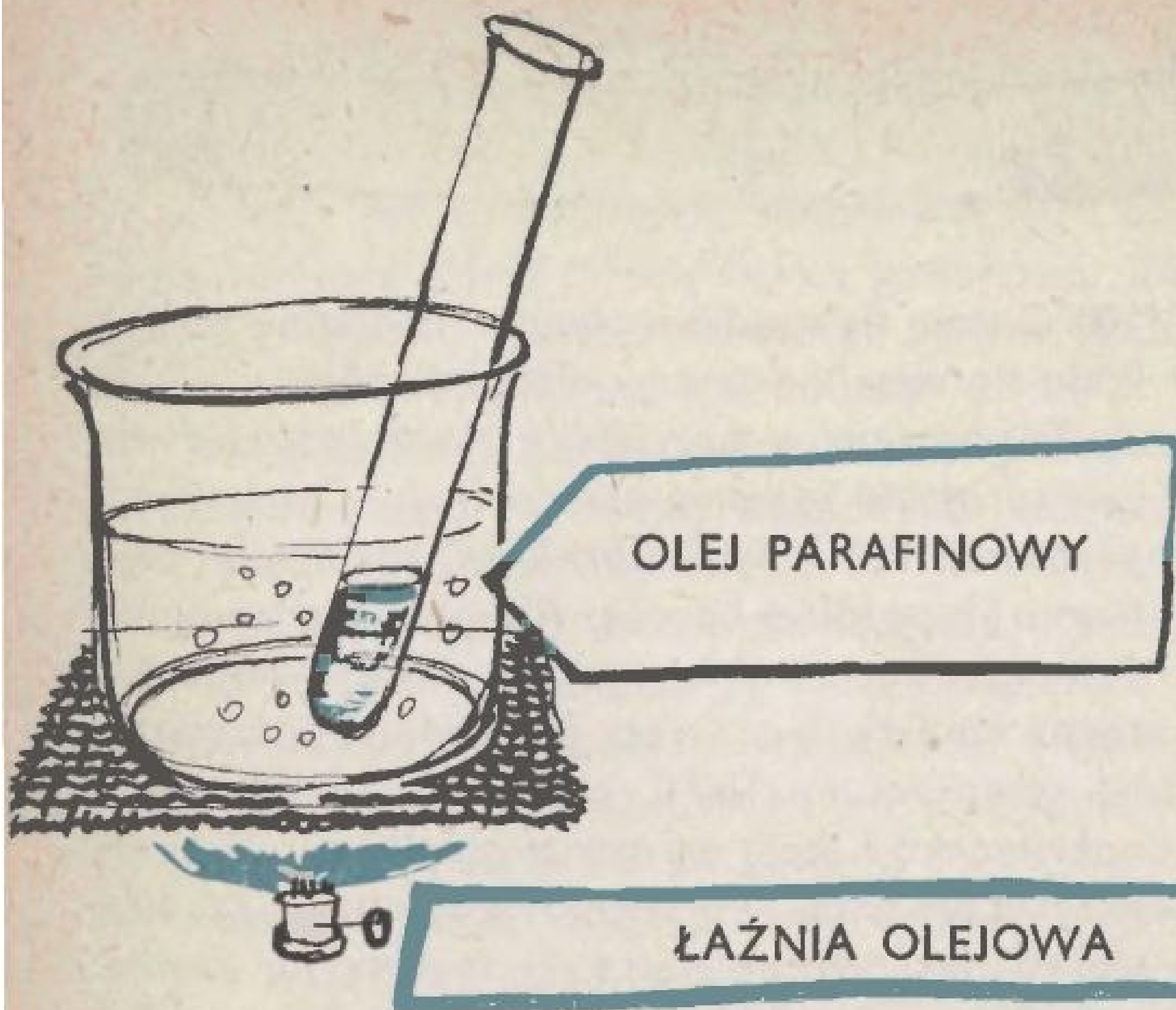


100°C staje się rzadkim płynem. Podobnie zachowują się wszelkie smary, oleje itp. płyny.

Tymczasem w przypadku siarki zaobserwujesz zaraz coś zupełnie przeciwnego. Oto w temperaturze 120—150°C siarka jest ruchliwym płynem o jasnożółtej barwie. Ale płyn ten w miarę dalszego ogrzewania nie staje się bynajmniej coraz rzadszy, lecz wręcz przeciwnie, począwszy od temperatury 180°C przybiera barwę ciemnobrunatną i staje się coraz gęściejszy. W temperaturze 200°C uprzednio stopiona i rzadka siarka jest już tak gęsta, iż możesz na chwilę probówkę odwrócić dnem do góry bez obawy wylania się jej zawartości. Przy dalszym ogrzewaniu, gdy temperatura dojdzie do około 260°C, siarka znowu rzednie i w temperaturze 445°C poczyna wrzeć.

To doprawdy dziwne zachowanie się siarki, podczas jej ogrzewania w stanie stopionym, powodowane jest zmianami strukturalnymi, jakie zachodzą w cząsteczkach tego ciała. Mianowicie siarka stopiona w temperaturze 140°C, czyli jako rzadka ciecz, jest zbiorowiskiem różnej długości łańcuchów utworzonych z atomów siarki. Podczas dalszego ogrzewania zachodzi





proces wiązania się tych łańcuchów w pierścienie, co wywołuje obserwowany wzrost gęstości i zmianę barwy. Z kolei pod wpływem dalszego, bardzo już silnego podgrzewania, wiązania pierścieni siarki pękają i ciało przechodzi ponownie w ruchliwą ciecz.

No a teraz, po tej porcji teorii, zgodnie z zapowiedzią, przystępujemy do otrzymania jeszcze jednej odmiany siarki stałej, tzw. siarki plastycznej.

Na stole postaw naczynie z zimną wodą, a obok gazowy palnik lub lampkę spirytusową. Do probówki, do 1/3 jej pojemności wsyp siarkę, po czym, trzymając probówkę w uchwycie bądź poprzez pasek papieru, ogrzewaj powoli jej zawartość.

Śledź uważnie poszczególne fazy przez jakie przechodzi siarka płynna i gdy po zgęstnieniu stanie się ponownie rzadkim płynem, probówkę szybko odwróć i jej zawartość wylej do naczynia z zimną wodą. Niech Cię nie przeraża groźny na pozór syk i pryskanie wody. Zabieg wylewania stopionej siarki musisz przeprowadzić bardzo szybko. Syczenie i pryskanie wody jest całkowicie niegroźne, oczywiście poza plamami na podłodze.

Teraz z dna naczynia wydobędziesz zestaloną siarkę. Od razu zauważysz, iż otrzymałeś jakąś nową jej odmianę. Oto z dna zlewki wydobędziesz miękką, elastyczną masę, dającą się dowolnie formować i kształtować, podobnie jak ogrzany kauczuk.

Od tych to właśnie fizycznych cech pochodzi i nazwa tej odmiany — siarka plastyczna. Najdokładniejsze nawet badania mikroskopowe nie pozwoliłyby Ci na wykrycie w siarce plastycznej jakiejkolwiek struktury krystalicznej.

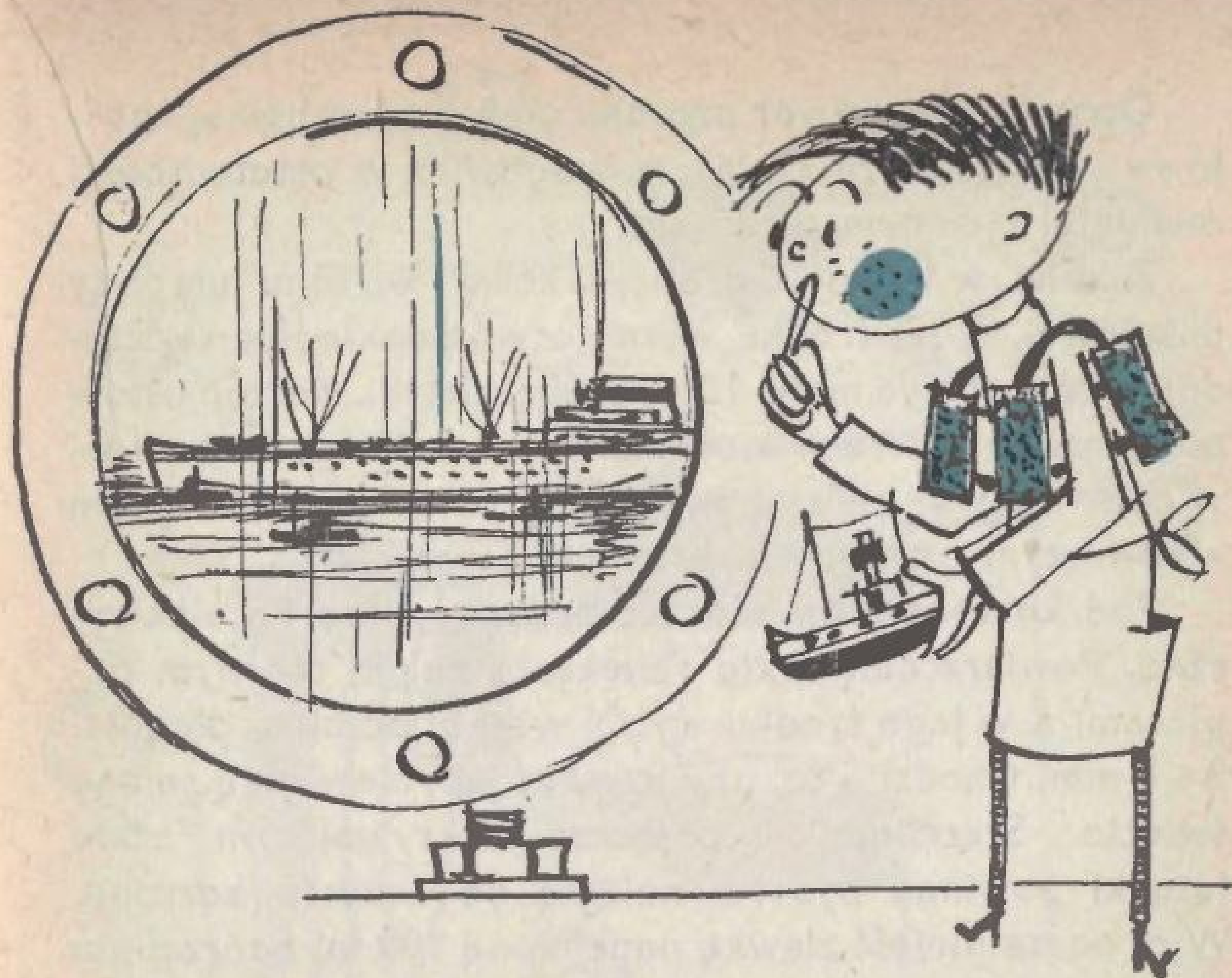
Ponieważ jednak jest to stan nietrwały, po paru godzinach przebywania w temperaturze pokojowej, siarka plastyczna poczyna twardnieć i zatraca swą plastyczność. W siarce takiej z łatwością można już wykryć maleńkie rombowe kryształki.

Pytasz, dlaczego siarka plastyczna twardnieje?

Otóż, siarka plastyczna w pojęciu ścisłym nie jest ciałem stałym, lecz cieczą przechłodzoną o bardzo dużej lepkości, podobnie jak np. szkło. Jednak postać ta jest nietrwała i po paru godzinach tworzą się już małe kryształki.

Na zakończenie pragnę Cię jeszcze raz przestrzec

przed niepowodzeniem. Otóż, podkreślam — na to, aby otrzymać siarkę plastyczną, należy wylać do zimnej wody siarkę stopioną i ogrzaną koniecznie do drugiego stanu płynności. Jeżeli więc tylko siarkę stopisz w temperaturze ok. 120°C i wylejesz ją do wody, to nie miej do mnie pretensji, że nie otrzymałeś siarki plastycznej. Chyba to jest jasne, prawda?



10. PŁYWAJĄCE OLBRZYMY, CZYLI O ROZTWORACH KOLOIDALNYCH

I tym razem zaczniemy od razu od prostego doświadczenia.

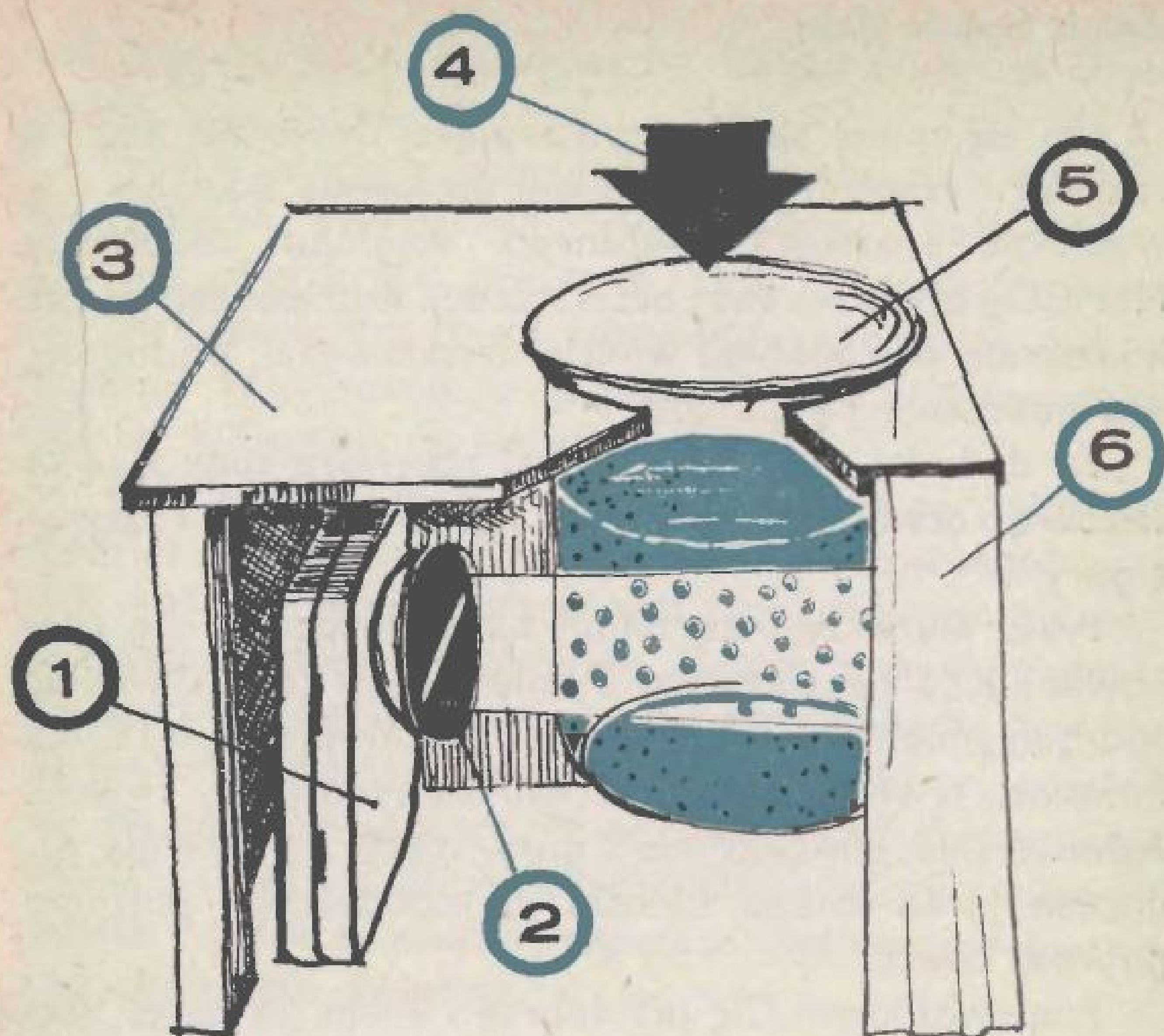
W 1000 ml destylowanej wody rozpuść 0,5 g azotanu srebra $AgNO_3$. Pamiętaj jednak, że warunkiem udania się doświadczenia jest przede wszystkim czystość, a więc czysta musi być zlewka, a woda koniecznie musi być destylowana.

Otrzymany roztwór azotanu srebra przechowuj chwilowo w butelce ze szkła ciemnego lub w ostateczności owiniętej ciemnym papierem.

Z kolei, w kawałku grubej tektury, kartonu lub płyty pilśniowej, w jej środku wytnij otwór dokładnie tej średnicy, co średnica małej 100—200 ml zlewki. Karton ustaw poziomo na czterech klockach tej wysokości, aby wstawiona w otwór zlewka swobodnie zawisła oparta swym wywiniętym brzegiem o krawędź otworu.

Pod kartonem umieść, też poziomo, latarkę elektryczną. Powierzchnię szkła reflektora zaklej czarnym papierem, a w jego środku wytnij wąską szczelinę długości 3—4 mm. Chodzi o to, aby uzyskać jedynie wąską smugę światła. Szczelina w papierze zakrywającym szkło latarki powinna być równoległa do arkusza kartonu. W otworze umieść zlewkę napełnioną 100 ml poprzednio przygotowanego roztworu azotanu srebra. Następnie zapal latarkę i ustaw ją tak, aby pozioma wiązka światła padała pod kartonem prostopadle na środek zlewki, po czym boki kartonowej podstawki przytrzymującej zlewkę zakryj papierem lub tkaniną. Całą zmontowaną już „aparaturę" widzisz na rysunku obok.

Gdy wszystko jest już gotowe w przyciemnionym pokoju, obserwuj *pionowo* z góry roztwór w zlewce. Chwilowo spotka Cię pewne rozczarowanie, gdyż praktycznie biorąc, nic ciekawego nie zobaczysz. Światło swobodnie przechodzi przez bezbarwny, klarowny roztwór, więc patrząc z góry, zobaczysz jedynie jasną plamę.



1 LATARKA

2 MASKOWNICA (otwór 4×0,5 mm)

3 TEKTURA Z OTWOREM

4 KIERUNEK PATRZENIA

5 ZLEWKA Z ROZTWOREM

6 ZASŁONA

Do tej samej zlewki, zawierającej dokładnie 100 ml roztworu azotanu srebra, dodaj dosłownie 5 kropel 1% wodnego roztworu kwaśnego węglanu sodowego, $NaHCO_3$, czyli tzw. sody oczyszczonej. Roztwór ten musisz koniecznie wykonać na wodzie destylowanej, bo inaczej doświadczenie się nie uda.

Po dodaniu tych paru kropel roztworu sody zlewkę wstaw do otworu, zapal latarkę i znów obserwuj roztwór z góry.

Przez pierwsze parę minut i tym razem nic się właściwie nie dzieje, to znaczy Ty nie zdołasz zaobserwować żadnych zmian w wyglądzie roztworu. Dopiero po 15—20 minutach stwierdzisz, że roztwór zaczyna jakby świecić. Jednocześnie, gdy patrzysz z góry, stanie się zupełnie widoczna jasna smuga światła przechodzącego poziomo poprzez otwór.

Ponieważ znam Cię już dobrze i wiem, że jesteś bardzo niecierpliwy, zdaję sobie sprawę z tego, co to jest dla Ciebie czekać na wynik przez 15—20 minut. Otóż, zjawisko lekkiego zmętnienia, a następnie świecenia roztworu $AgNO_3$ po dodaniu doń paru kropel roztworu sody oczyszczonej, możesz przyspieszyć ogrzewając bardzo ostrożnie zawartość zlewki.

Oczywiście, gdy tylko wystąpią już pierwsze objawy lekkiego zmętnienia, ogrzewanie natychmiast przerwij, zlewkę wstaw do otworu w dykcie, zapal latarkę i obserwuj roztwór z góry.

A więc początkowa barwa zielonkawożółta przecho-

dzi stopniowo w czerwoną, a następnie ciemnobrunatną.

Pytasz, na czym polega to efektowne zjawisko? Na stopniowym powiększaniu się wielkości koloidalnych cząstek tworzących zawiesinę. Gdy oświetlisz bowiem bocznym światłem czysty roztwór jakiejkolwiek soli, to roztwór taki, mimo że często barwny, będzie jednak zawsze klarowny, przejrzysty.

Tak właśnie było w przypadku Twego roztworu $AgNO_3$. Rozpuszczone w wodzie cząsteczki $AgNO_3$ są tak małe, że światło przechodzi przez roztwór bez najmniejszych zakłóceń czy zmian. Jednak, z chwilą dodania do roztworu $AgNO_3$ sody, rozpoczyna się bardzo powolne wytrącanie cząstek tlenku srebra. Cząstki te, pomimo że dla nas niewidoczne, w porównaniu z cząsteczkami $AgNO_3$ są wręcz olbrzymami. Dlatego też zawiesina już takich cząstek w wodzie rozprasza i odbija padające na nią promienie świetlne.

Kurz w powietrzu

Przypomnę Ci, że bardzo podobne zjawisko rozpraszania i odbijania promieni świetlnych na bardzo małych cząstkach obserwujemy, gdy do zaciemnionego pokoju wpada wąska struga promieni słonecznych. Stojąc wówczas z boku możesz wyraźnie zauważyć, że cała ta struga światła aż kłębi się i roi od niezliczonej ilości jakichś maleńkich, unoszących się w powietrzu cząstek. Są to niewidoczne normalnie gołym okiem cząstki kurzu.

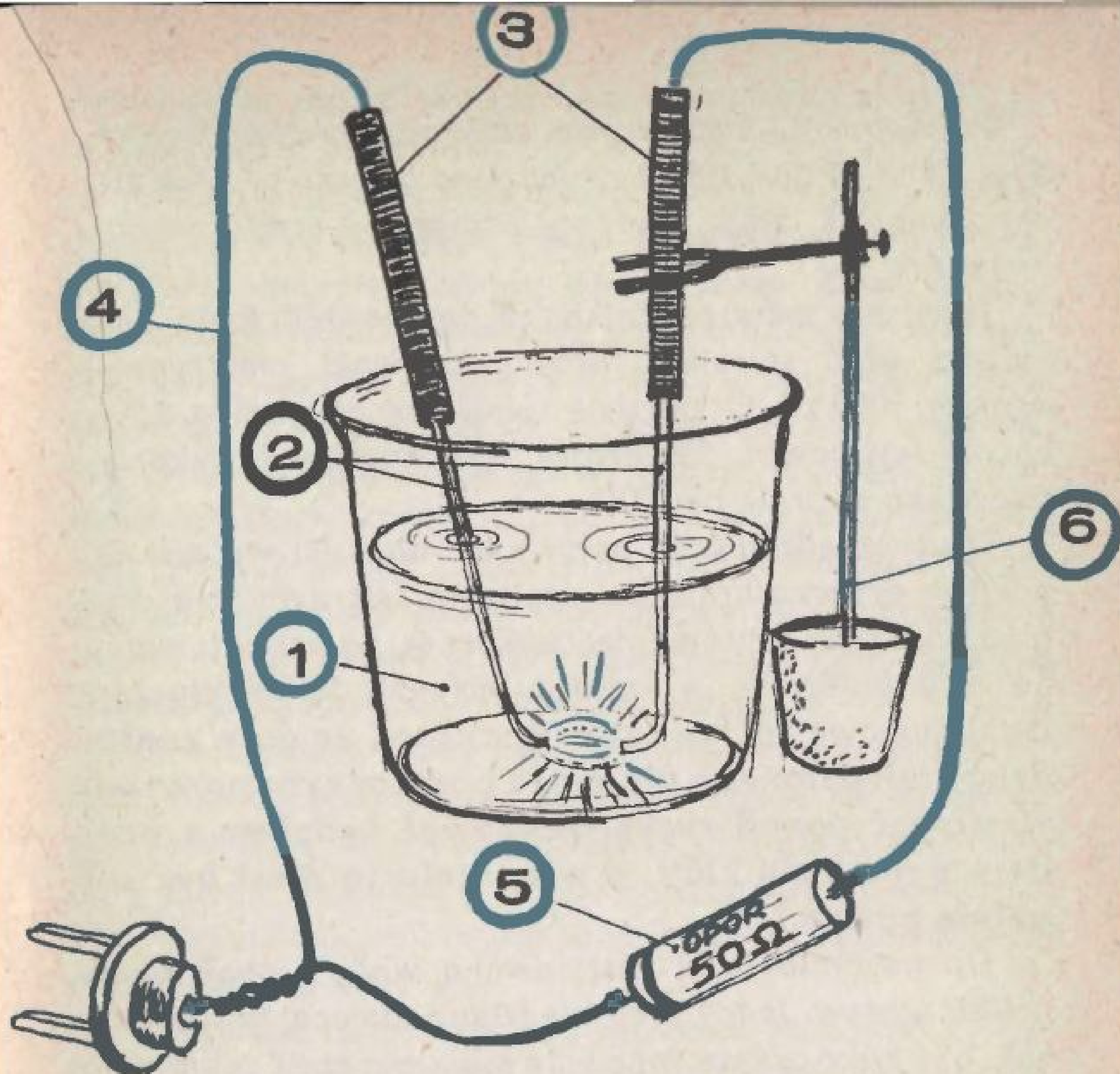
Zupełnie to samo dzieje się z roztworami koloidalnymi. Cząstki takich roztworów są już na tyle duże, że podobnie jak drobiny kurzu w powietrzu, są w stanie rozproszyć wiązkę promieni świetlnych.

Do opisanego doświadczenia, oprócz azotanu srebra, użyć jeszcze możesz koloidalne roztwory chlorku żelazowego $FeCl_3$, jak również kalafonii. Chcąc otrzymać zmieniający stopniowo barwę koloidalny roztwór wodorotlenku żelazowego, do 50 ml destylowanej i ogrzanej do wrzenia wody dodawaj powoli małymi porcjami 30 ml 2,5% wodnego roztworu $FeCl_3$.

Jak już wspomniałem, koloidalny roztwór otrzymać możesz i z kalafonii. A więc w 100 ml denaturatu rozpuść 2,5 g kalafonii. Następnie 10 ml tego roztworu wkraplaj powoli przy jednoczesnym silnym mieszaniu do zlewki zawierającej 500 ml wody destylowanej.

Podwodny łuk

Podam Ci jeszcze jeden sposób wytwarzania tym razem koloidalnej zawiesiny cząstek metali w wodzie, ale musisz mi solennie obiecać, że zastosujesz się ściśle do wszystkich moich rad i wskazówek. Nie będę bowiem prawdy owijał w bawełnę. — Doświadczenie, które Ci chcę opisać, jest po prostu niebezpieczne. Muszę więc mieć pewność, że zachowasz wszystkie konieczne środki ostrożności, a najlepiej, jeśli chcesz koniecznie wykonać to doświadczenie, zrób je pod kierunkiem nauczyciela w czasie zajęć kółka chemicznego.



- 1 ZLEWKA Z ROZTWOREM
- 2 DRUT MIEDZIANY
- 3 IZOLACJA (RURKA IGELITOWA)
- 4 PRZEWODNIK
- 5 OPORNIK 50 Ω
- 6 STATYW

Potrzebny Ci będzie słoik szklany lub duża zlewka, dwa 20 cm długości druty miedziane o średnicy 3—5 mm oraz opornik 50Ω, znoszący obciążenie prądu co najmniej 6A.

Jeżeli nie masz opornika, to do doświadczenia tego możesz użyć spiralkę grzejną kuchenki elektrycznej o mocy 1000 W. Oczywiście spirali tej nie musisz z kuchenki wyjmować. Po prostu całą kuchenkę wykorzystasz jako opornik ok. 50Ω.

Druty miedziane do połowy ich długości wyczyść do połysku drobnoziarnistym papierem ściernym. Na drugie końce tych drutów (nieczyszczone), po przylutowaniu do nich przewodu w izolacji, wciągnij 15 cm długości rurki gumowe lub igelitowe. **Pamiętaj, że goły koniec drutu miedzianego nie może pod żadnym pozorem wystawać ponad rurkę. Pracować będziesz z prądem o napięciu 220V, a więc izolacja musi być zupełnie pewna.**

Do naczynia nalej destylowaną wodę i obok niego umieść statyw. Jeden pręt miedziany zamocuj w statywie tak, aby tylko oczyszczona i nie osłonięta część zanurzona była pionowo w wodzie. Miękki przewód wprowadzony do tego pręta połącz z jednym zaciskiem opornika 50Ω. Drugi zacisk opornika oraz miękki przewód drugiego pręta miedzianego połącz z gniazdkiem sieci tak, jak to widzisz na rysunku obok.

Tylko, mój stary, powtarzam stanowczo, bez 50Ω opornika lub kuchenki 1000 W **doświadczenia prowadzić Ci nie wolno!** Grozi to bowiem niebezpieczeństwem i Tobie i domowej instalacji. Nie masz opornika — do-

świadczenie musisz opuścić tak, jak to robisz w przypadku braku odczynnika.

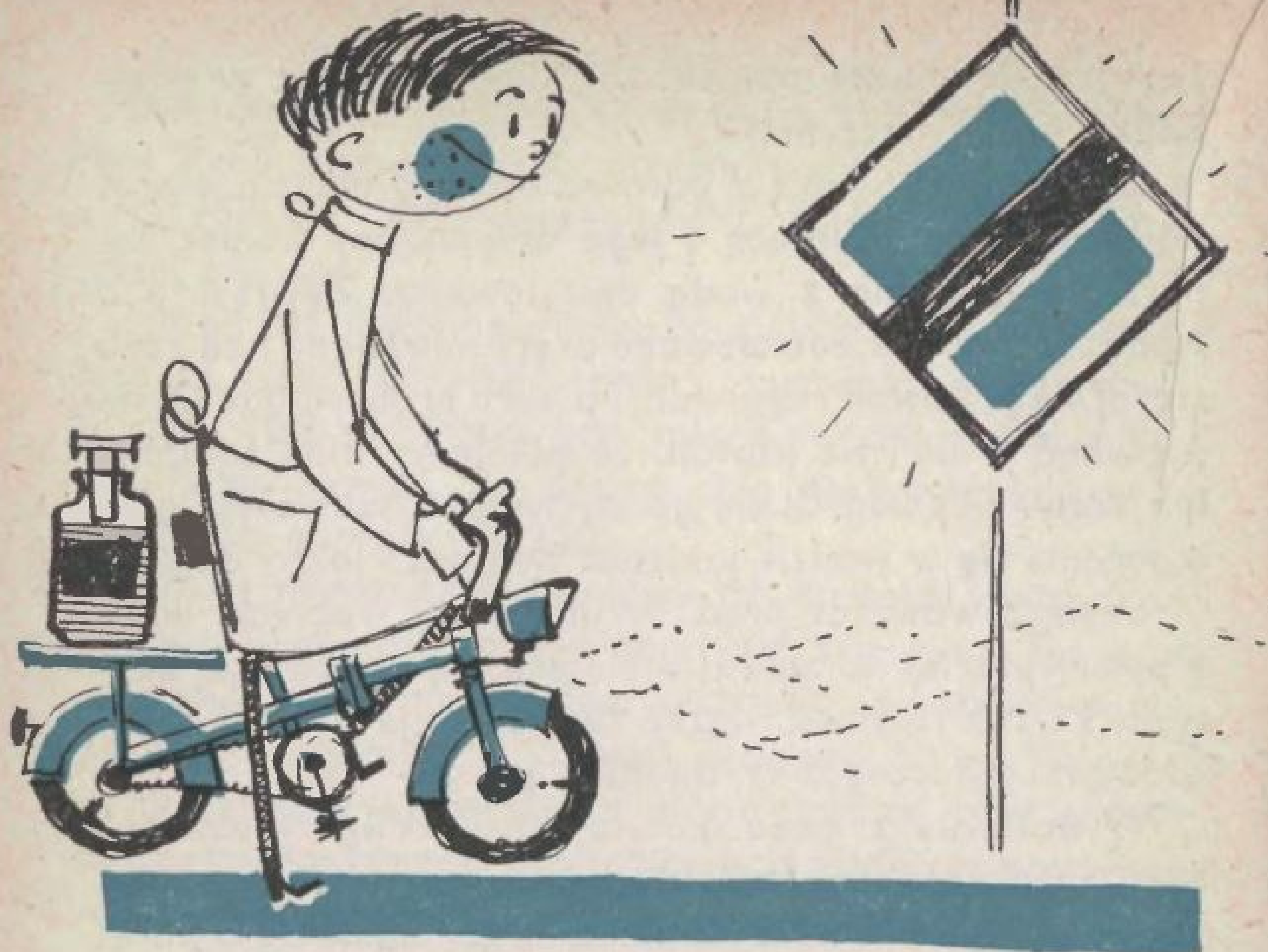
Gdy wszystko jest już gotowe, uchwyć miedziany pręt poprzez rurkę izolującą i jego oczyszczony koniec zanurz do naczynia z wodą destylowaną. Zewrzyj pod wodą na moment odizolowane pręty miedziane i od razu staraj się je powoli rozsuwać. Po paru próbach uda Ci się rozsunąć je na tyle powoli, że pamiędzy nimi zapłonie łuk Volty. Gdy uda Ci się go wytworzyć, zauważysz gromadzenie się w wodzie jakiegoś ciemnego jakby obłoku.

Wyłącz wówczas prąd, wyjmij pręty, roztwór wraz z pyłem przelej do zlewki umieszczonej w otworze kartonu. I teraz również wiązka światła staje się doskonale widoczna. Dlaczego? Wytłumacz, proszę.

W naczyniu z wodą destylowaną pomiędzy elektrodami miedzianymi płonął łuk elektryczny. W wysokiej jego temperaturze miedź z elektrod zmieniała się w parę. Pary miedzi ochłodzone przez wodę uległy kondensacji i w rezultacie powstała koloidalna zawiesina maleńkich cząstek miedzi w wodzie.

Wyjaśniłeś to bardzo dobrze. Mnie pozostało tylko do dodania, że koloidalne cząstki są niewidzialne gołym okiem, ale dają o sobie znać, powodując między innymi rozpraszanie przechodzącego przez roztwór światła.

Aha, jeszcze jedna sprawa. Otóż barwa roztworów koloidalnych, oglądanych prostopadle do kierunku wiązki światła, zależy nie od rodzaju ciała tworzącego cząstki, lecz od ich wielkości. Obserwowane przez Ciebie zmiany barw roztworów polegały na stopniowym wzroście wielkości cząstek koloidalnych, tworzących daną zawiesinę.



11. POŻYTECZNE MAGAZYNY, CZYLI O FARBACH ŚWIECĄCYCH

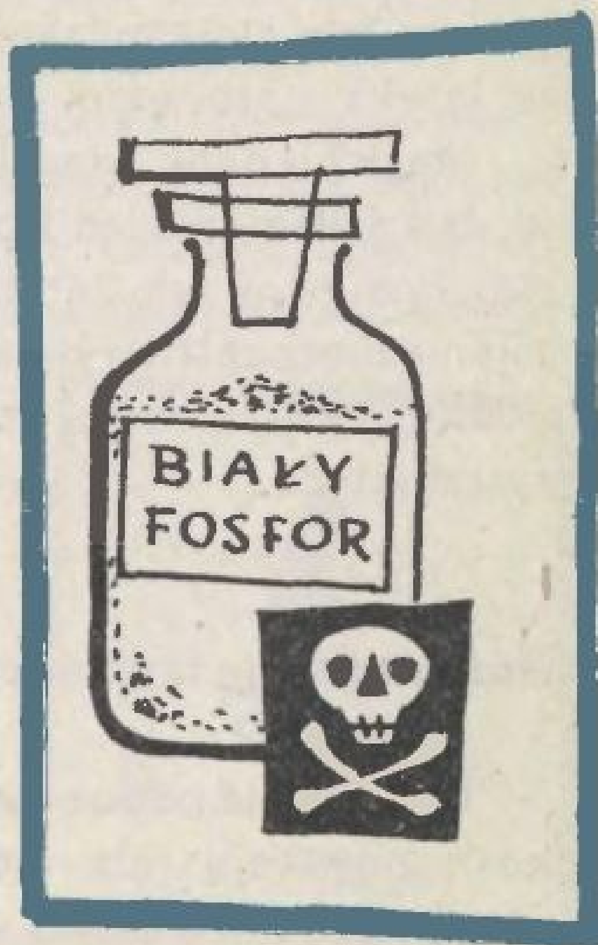
Wielokrotnie w swych listach zarówno Ty jak i Twoi koledzy prosiliście mnie o rady i wskazówki, w jaki sposób oraz z czego wykonać farby świecące w ciemnościach. Przy takich okazjach pytałeś mnie nawet wprost, gdzie nabyć, bądź też z czego samemu otrzymać fosfor, gdyż właśnie ten pierwiastek pragnąłeś użyć do wyrobu farb świecących.

Ponieważ już w tym jednym zdaniu kryje się wiele i to do tego bardzo zasadniczych nieporozumień, sprawę farb świecących musimy dokładnie wyjaśnić.

Stare i nieaktualne

Zaczniemy od czasów bardzo odległych, bo sięgających okresu ożywionej działalności alchemików. Kilkaset lat temu, dokładnie w roku 1669, alchemik niemiecki Brandt odkrył fosfor. Jak wiesz pierwiastek ten może występować w trzech odmianach alotropowych. Zbiegiem okoliczności, Brandt odkrył fosfor w jego tzw. odmianie białej. W tej postaci fosfor posiada zdolności bardzo powolnego utleniania się, czemu towarzyszy nieustanne wydzielanie promieniowania świetlnego.

Przez wiele lat biały fosfor był jedyną substancją świecącą trwale i długo w ciemnościach (pomijam tu np. próchno, które zwykle po paru godzinach przestaje świecić). W związku z tym, w językach różnych narodów powstały takie wyrażenia jak: fosforescencja, fosforyzowanie, światło fosforyzujące itd.



Największe zastosowanie posiadał biały fosfor w pierwszej połowie XIX wieku. Służył on wówczas do produkcji zapałek oraz najróżniejszych mas świecących. Wkrótce jednak stwierdzono, iż pierwiastek ten w postaci odmiany białej jest bardzo silną trucizną. Niemal jednocześnie fizycy odkryli, że różne rodza-

TERMOLUMINESCENCJA



je zupełnie nieszkodliwych związków chemicznych, po odpowiednim przygotowaniu, posiadają również zdolność długiego świecenia w ciemnościach.

Z powodu silnie trujących własności fosforu białego, pod koniec wieku XIX we wszystkich niemal państwach wyszedł zakaz stosowania go do produkcji zapałek oraz jakichkolwiek mas świecących. Tak więc od przeszło pół wieku farby świecące nie mają nic wspólnego z fosforem, lecz tradycje językowe przetrwały i niemal każdą substancję świecącą zwie się w języku potocznym fosforyzującą.

Musisz jednak wiedzieć, że w języku naukowym istnieje dziś ścisła granica i podział tych różnych źródeł światła. Ponieważ ich znajomość znacznie ułatwi Ci zrozumienie mechanizmu świecenia ciał, których skład za chwilę podam, warto więc najpierw parę słów poświęcić tej systematyce.

I

Różne rodzaje luminescencji

Na wstępie odpowiedz mi na pytanie, w jakich warunkach powstają fale elektromagnetyczne obserwowane przez nas jako światło widzialne?

Krzywisz się, że to nie chemia. Nie szkodzi. Często nie należy rygorystycznie oddzielać fizyki od chemii.

Otóż, z wielkim uproszczeniem można przyjąć, iż fale świetlne emitowane są przez tzw. pobudzone elektrony. Jeśli bowiem pod wpływem jakiegoś zewnętrznego czynnika, a więc np. energii cieplnej, mechanicznej, chemicznej, elektrycznej czy promieniowania nadfiloletowego, γ lub β, elektrony krążące wokół jąder atomów zostaną pobudzone, tj. wyrzucone na dalsze od jądra orbity i następnie powracają na swe dawne miejsca, wówczas właśnie wysyłają promieniowanie widzialne.

W zależności od czynnika pobudzającego elektrony mamy:

a) termoluminescencję — czyli świecenie wywołane silnym ogrzaniem ciała, np. spiralki żarówki, cząstki węgla w płomieniu świecy czy lampy naftowej.

b) triboluminescencja — czyli świecenie wywołane energią mechaniczną, np. tarciem. Jeśli do rury szklanej nalejesz nieco rtęci i dokładnie usuniesz powietrze, wówczas podczas wstrząsania, na skutek wzajemnego tarcia pomiędzy cząsteczkami rtęci, wysyłane jest światło widzialne,

c) chemiluminescencja — jest to świecenie wywołane energią chemiczną, wydzie-



TRIBOLUMINESCENCJA

lającą się podczas powstawania związków. W ten właśnie sposób świeci biały fosfor, próchno, robaczki świętojańskie oraz liczne substancje organiczne. Najczęściej tego rodzaju świeceniu towarzyszy utlenianie się pewnych związków organicznych oraz fosforu.

d) elektroluminescencja — jest to świecenie wywoływane przez zmienne pole elektryczne. Na tej zasadzie zbudowane są najnowsze źródła światła, tzw. lampy kondensatorowe,

e) fotoluminescencja — jest to największa i najlepiej już dziś zbadana dziedzina luminescencji. Ciała wykazujące własności fotoluminescencji, tj. zdolności świecenia pod wpływem różnych rodzajów promieniowania, podzielić można na 2 grupy:
— Pierwsza — to ciała, które niejako „gasną'' natychmiast po ustaniu czynnika pobudzającego elektrony.
— Druga — to ciała posiadające swoistą zdolność jak gdyby magazynowania pobranej energii i zwracania jej na raty małymi porcjami. I tak np. do budowy świetlówek używa się wolframianu magnezu, krzemianu cynkowoberylowego, fosforanów wapnia itd. Wszystkie te związki świecą pod wpływem wytwarzanego w świetlówce promieniowania nadfioletowego. Jednak świecenie to ustaje równo-



CHEMILUMINESCENCJA



ELEKTROLUMINESCENCJA

cześnie z przerwaniem działania promieni nadfioletowych. Inaczej zachowują się takie związki, jak siarczek cynkowy, siarczek wapniowy, węglany strontu, baru itd. Związki te, poddane przez parę minut działaniu promieni nadfioletowych lub widzialnych, świecą następnie w ciemnościach przez kilka lub nawet kilkanaście godzin. Z takich to właśnie związków wykonywane są dziś najróżniejsze świecące napisy, wskazówki zegarków, tarcze aparatów pomiarowych itp.

Pomimo że na pozór związki te są bardzo proste, ot takie tam sobie siarczki czy węglany, to jednak, aby dobrze świeciły muszą być otrzymane w stanie bardzo wysokiej czystości. Z drugiej strony, muszą one zawierać minimalne domieszki manganu, bizmutu, miedzi lub rubidu, które są aktywatorami pobudzającymi dany związek do silniejszego i dłuższego świecenia.

Zaczynamy od łatwiejszych

Podam Ci teraz przepisy na kilka farb świecących, po uprzednim ich naświetlaniu. Z góry jednak uprzedzam iż na początek otrzymanie dobrych wyników będzie tru-



dne. Musisz więc uzbroić się w cierpliwość i nabrać odpowiedniej wprawy. Będzie to początkowo żmudne, a nawet zniechęcające, ale zapewniam Cię, że trud się stokrotnie opłaci.

I jeszcze jedna bardzo istotna sprawa.

Wykonanie farb świecących wiąże się nierozerwalnie z koniecznością długotrwałego prażenia surowców do temperatury 800—900°C. Temperaturę taką trudno jest uzyskać zwykłym palnikiem gazowym, dlatego też najlepiej będzie, jeżeli poprosisz kogoś z dorosłych, aby wyprażył Twój tygielek z surowcami np. w piecu hartowniczym lub piecu do wypalania ceramiki.

Farba świecąca zielonawobiało

W porcelanowym tygielku należy prażyć 5 do 6 godzin do temp. ok. 900°C 10 g węglanu wapniowego, $CaCO_3$ zmieszanego z 10 g tlenku wapniowego, CaO, 2,5 g węglanu sodowego, Na_2CO_3 i 7,5 g siarki.

Po wyprażeniu masę należy sproszkować w moździerzyku i przesiać przez gęste sito lub tkaninę.

Farba świecąca różowo

węglan strontowy, $SrCO_3$	28 g
siarka	6 g
węglan sodowy, Na_2CO_3	0,4 g
chlorek sodowy, $NaCl$	0,3 g
azotan bizmutowy, $Bi(NO_3)_3$	0,4 g

Mieszaninę tę wsypuje się do tygla, przesypuje 5 milimetrową warstewką mąki i praży do temperatury ok. 700°C przez 5 godzin, a następnie bardzo powoli studzi. Otrzymany produkt — spiek, trzeba zemleć i przesiać przez bardzo gęste płótno.

Farba świecąca niebiesko

wodorotlenek wapniowy, $Ca(OH)_2$	0,25 g
siarka	0,6 g
mąka ziemniaczana	0,2 g

Po zmieszaniu tych składników zalej je roztworem 0,05 g azotanu bizmutowego w 3 ml alkoholu etylowego z dodatkiem 1 kropli kwasu solnego. Całość zmieszaj dokładnie, a gdy alkohol już wyparuje, daj tygiel do wyprażenia w temperaturze ok. 800°C przez 1/2 godziny. Po ostudzeniu i sproszkowaniu otrzymany produkt trzeba ponownie prażyć jeszcze przez jedną godzinę w temperaturze 800—900°C.

Farba świecąca białożółtawo

Na początek wykonaj mieszaninę:

czysty węglan barowy, $BaCO_3$	10 g
czysty tlenek wapniowy, CaO	10 g
czysty węglan sodowy, Na_2CO_3	2,5 g
czysta siarka krystaliczna, S	7,5 g

Wszystkie składniki muszą być zupełnie suche, drobno zmielone i przesiane przez gęstą tkaninę. Po dokładnym wymieszaniu całość wsyp do porcelanowego tygla i oddaj do wyprażenia w temperaturze ok. 700°C przez 2—3 godzin.

Aby otrzymać farbę, wykonany uprzednio proszek trzeba zmieszać ze spoiwem.

Radzę Ci stosować następującą mieszaninę-spoiwo: 2 g żelatyny rozpuść w 10 ml wody i dodaj 0,3 g dwuchromianu potasowego, $K_2Cr_2O_7$. Do tego roztworu dodaj następnie 1 g bieli cynkowej, ZnO i 1,5—2 g odpowiedniego proszku świecącego.

Wadą proszków otrzymanych tą drogą i farb z nich wykonanych jest fakt, że po kilkudziesięciu minutach przebywania w ciemnościach świecą one wyraźnie słabiej, a po 3—4 godzinach świecenie ustaje niemal całkowicie.

Aby temu zaradzić, do farb opartych na zjawisku fotoluminescencji dodawane są minimalne ilości substancji promieniotwórczych np. związków uranu czy lantanu. Wysyłane przez te związki promieniowanie α i β nieustannie pobudza farby do świecenia.

Trzeba jednak pamiętać, że wszelkie preparaty promieniotwórcze, to jest emitujące promieniowanie jonizujące (α, β, γ, neutrony), są dla organizmu ludzkiego szkodliwe.

To już dla wtajemniczonych

Dla Ciebie, jako dla bardziej zaawansowanego już chemika, podaję poniżej odpowiednie przepisy, lecz równocześnie uprzedzam, że uzyskanie odpowiednich wyników jest trudne. W procesach tych decyduje bowiem dokładność, czystość, i jeszcze raz czystość.

Podstawą wykonania farby świecącej jest otrzymanie należycie spreparowanego siarczku cynkowego, ZnS. Musi on być otrzymywany z możliwie jak najczyściejszych surowców, gdyż czystość, jak to już słyszałeś, jest tu podstawą powodzenia.

W celu otrzymania ZnS, do jak najczyściejszego roztworu chlorku cynkowego, $ZnCl_2$ dodaj wodorotlenku amonowego, NH_4OH, po czym wytrącający się wodorotlenek cynkowy, $Zn(OH)_2$ niezwłocznie rozpuść w nadmiarze NH_4OH. Następnie do tego amoniakalnego roztworu wprowadź gazowy siarkowodór, H_2S, uprzednio przepuszczony przez co najmniej 3 małe płuczki napełnione wodą. Wytrącony pod wpływem siarkowodoru ZnS przemyj bardzo delikatnie i wielokrotnie destylowaną wodą, po czym wysusz w temperaturze ok. 100°C.

Siarczek cynkowy możesz również strącić z roztworu $ZnCl_2$ za pomocą świeżo i bardzo dokładnie przygoto-

wanego siarczku amonowego, $(NH_4)_2S$. W tym celu do 100 ml 15% roztworu $ZnCl_2$ dodawaj powoli, po kropli, stale mieszając 10% wodny roztwór siarczku amonowego. Wytrącać się będzie wówczas zielonkawożółty osad ZnS.

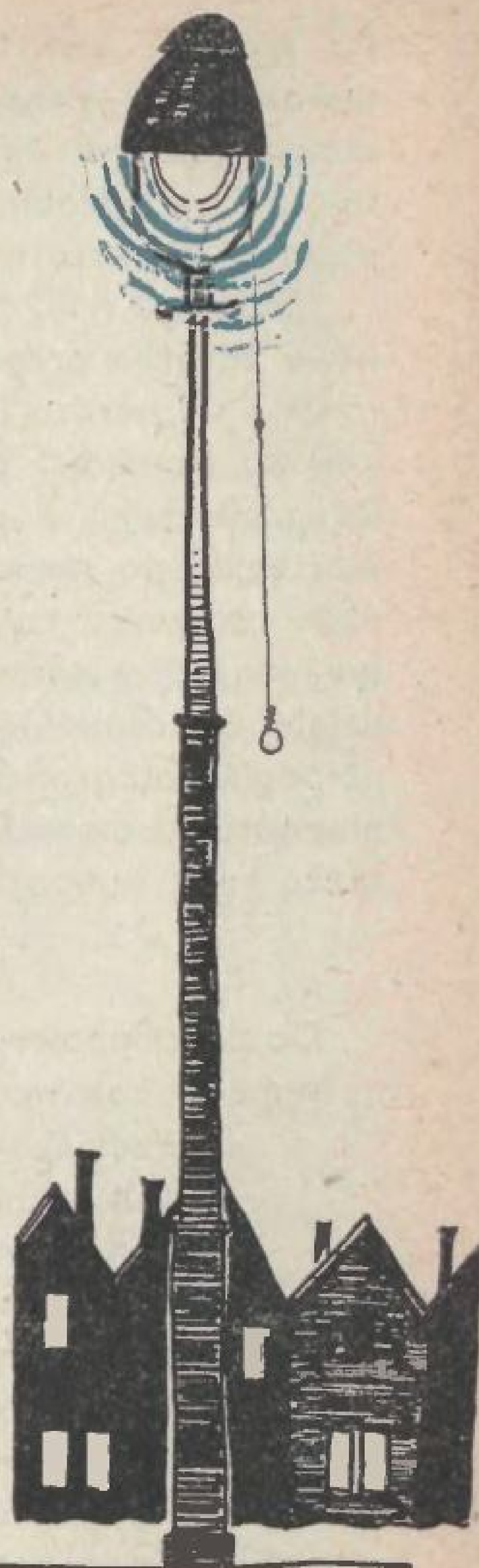
Po dokładnym przemyciu i wysuszeniu musisz przystąpić do czynności bodajże czy nie najważniejszej, jaką jest prażenie ZnS. Prażenie najlepiej jest przeprowadzić w tyglu kwarcowym lub ostatecznie w porcelanowym tzw. berlińskim, zawsze pod przykrywką. Temperatura prażenia musi wynosić 1100—1200°C, czas zaś do 2 godzin. Zabieg ten ma na celu zmianę postaci krystalicznej ZnS. Aby uniknąć atmosfery utleniającej i redukującej, wyprażenia cynku nie można dokonać na palnikach gazowych, lecz koniecznie w piecu elektrycznym.

Rozumiem doskonale, że ten ostatni warunek sprawi Ci niemało kłopotu. Ale trudno, mój drogi, bez pracy nie ma kołaczy. Dlatego też ostrzegam Cię przed racjonalizatorstwem podanego przepisu. Jeśli mi nie wierzysz, proszę bardzo, siarczek cynkowy praż na palniku, ale nie miej później pretensji, jeżeli tak otrzymany preparat nie będzie chciał świecić w ciemności.

W związku z tym bynajmniej nie zamierzam Cię namawiać do budowy czy też zakupu pieca elektrycznego, chociaż urządzenie takie na pewno się przyda w domowym laboratorium. Wydaje mi się, że tak jak poprzednio, poproś kogoś z dorosłych o wyprażenie w piecu elektrycznym Twego tygielka z ZnS. Przypominam, temperatura prażenia musi wynosić 1100—1200°C. I jeszcze jedna rada. — Wszelkie prace związane z przygotowaniem siarczku cynkowego staraj się wykonywać w pełnym

świetle, bowiem wpłynie to dodatnio na jego przyszłe własności.

Powstały po prażeniu spiek siarczku cynkowego pokrusz, utrzyj dokładnie w porcelanowym moździerzyku i przesiej przez bardzo gęste sitko lub tkaninę.



Aktywowanie

Teraz musisz przystąpić do przygotowania preparatu, który emitowanym przez siebie promieniowaniem będzie pobudzał do świecenia Twój siarczek cynkowy.

Tym razem, wbrew pozorom, zdobycie odrobiny związków promieniotwórczych nie jest wcale zadaniem niewykonalnym. Musisz tylko postarać się o koszulkę żarową tzw. Auera do lamp gazowych. Może ona być nowa lub nawet używana czy stara. Włókna tkaniny bawełnianej, z której wykonane są takie koszulki, podczas produkcji bywają nasycone roztworami różnych związków, m.in. toru.

Po spaleniu bawełnianego włókna pozostaje szkielet utworzony z tlenków metali, które ogrzane w płomieniu gazowym silnie świecą. Mając taką koszulkę, gotujesz ją w odrobinie HNO_3 i tak otrzymasz konieczną porcyjkę preparatu promieniotwórczego.

Zresztą o tym, czy zdobyta przez Ciebie koszulka żarowa zawiera preparat promieniotwórczy, czy też nie, możesz się bardzo łatwo przekonać. Mianowicie, w całkowitej ciemności połóż koszulkę na arkusiku papieru fotograficznego i pozostaw tak przez 1—2 godziny. Następnie po normalnym wywołaniu i utrwaleniu papieru otrzymasz tzw. autoradiogram, czyli wierną negatywową kopię koszulki. Rysunek ten powstał na skutek działania promieniowania emitowanego przez koszulkę na papier fotograficzny. Mając więc już preparat promieniotwórczy, możesz przystąpić do wykonywania farb, które będą samoistnie świecić w ciemności.

Farba świecąca niebiesko

Do porcelanowego tygielka odważ bądź też odmierz następujące surowce:

siarczek cynkowy, ZnS	10 g
azotan srebra, $AgNO_3$, 0,1% roztwór	3 krople
fluorek potasowy, KF, 1% roztwór	5 kropel
chlorek potasowy, KCl, 1% roztwór	5 kropel
preparat promieniotwórczy	2—3 krople

Całość dokładnie wymieszaj i praż w porcelanowym tygielku lub daj do wyprażenia przez 10 minut do temp. 900°C. Po ostudzeniu powstały spiek rozkrusz, utrzyj w moździerzyku porcelanowym i przesiej.

Farba świecąca żółto

Tak jak poprzednio, do porcelanowego tygielka odmierz następujące ilości surowców:

siarczek cynkowy, ZnS	10 g
azotan srebra, $AgNO_3$, 0,1% roztwór	1 kropla
azotan miedziowy, $Cu(NO_3)_2$, 0,1% roztwór	1 kropla
fluorek potasowy, KF, 1% roztwór	8 kropel
preparat promieniotwórczy	2—3 krople

Całość dokładnie wymieszaj i daj do wyprażenia w zamkniętym tygielku przez 10 minut do temp. 900°C, ostudź, pokrusz i przesiej.

Jako materiał wiążący do tego rodzaju farb świecących najlepiej jest użyć białko kurze, bądź też wodny roztwór żelatyny z dodatkiem gliceryny.

A oto przepis na najprostszy żelatynowy materiał wiążący:

2 g żelatyny,
15 g wody,
3—4 krople gliceryny.

W podanej ilości wody namocz żelatynę przez noc. Następnego dnia spęczniałą żelatynę ogrzej do temp. 30—40°C, ale koniecznie na łaźni wodnej, dodaj glicerynę, po czym wsyp 3—5 g jednej z podanych farb. Po wymieszaniu, tak otrzymanym ciepłym roztworem farby możesz malować znaki czy napisy.

Jeżeli wszystko wykonałeś starannie i czysto, Twoja farba będzie piękna i bardzo długo będzie świeciła w ciemnościach.

Oczywiście tak wykonana farba będzie nadal magazynem energii promienistej. Mianowicie wystawiona na światło, a następnie wprowadzona do ciemności świecić będzie początkowo bardzo jasno. Następnie, gdy zapas zgromadzonej energii zostanie już wypromieniowany, farba będzie świecić w ciemności nadal dzięki pobudzającemu działaniu promieniowania jonizującego.



12. CHEMICZNY LEP, CZYLI O WĘGLU AKTYWNYM

Spośród wielu ważnych i ciekawych fizykochemicznych własności węgla, na szczególną uwagę zasługują własności adsorpcyjne. Inaczej mówiąc, odpowiednio spreparowany węgiel jest zdolny zatrzymywać na swojej powierzchni, czyli właśnie adsorbować, cząsteczki wielu różnych substancji, z czego my chemicy często korzystamy. To zatrzymywanie cząsteczek ciał na powierzchni węgla porównać można z lepem na muchy. Skoro bowiem cała powierzchnia lepu pokryje się już szczelnie warstwą owa-

dów, następne nie mogą się już przylepiać. Podobnie jest i z węglem — jego zdolności adsorpcji są ściśle określone i zależą od...

Zresztą przekonaj się o tym najlepiej sam.

Do około 50 ml wody wpuść 2—3 krople atramentu. Aby nie było niedomówień, tak zabarwionym płynem napełnij probówkę, która za chwilę będzie spełniać rolę obiektywnego świadka i dowodu rzeczowego. Teraz do naczynia z zabarwioną wodą wsyp łyżkę węgla aktywnego (można go nabyć w każdej aptece). Całość starannie wymieszaj, po czym przesącz przez bibułę. Przesącz będzie już zupełnie bezbarwny i klarowny. Masz już więc objaw działalności węgla.

Oho, widzę, że masz jednak pewne wątpliwości. — Mianowicie, w odbarwieniu wody może doszukujesz się roli bibuły filtracyjnej? No cóż, moim zdaniem można jednak rozwiązać te wątpliwości.

Weź przeto ciecz odlaną poprzednio do probówki i przesącz ją przez świeżo wykonany sączek z bibuły. No, jaki jest efekt doświadczenia? — Negatywny. Niestety, bibuła nie jest w stanie zatrzymać maleńkich cząsteczek barwnika i tym samym barwa roztworu pozostanie taka sama po sączeniu, jak i przed tą operacją. Nie da się więc podważyć odbarwiającej roli węgla aktywnego.

Gdy to stwierdzenie mamy już poza sobą, do 3—5 probówek z odmierzonymi takimi samymi porcjami węgla aktywnego wlej po 10 ml wody i dodaj do kolejnych probówek 1, 2, 3, itd. krople atramentu. Po wymieszaniu i przesączeniu przekonasz się, że powyżej pewnej ilości kropli atramentu, węgiel aktywny nie jest już w stanie

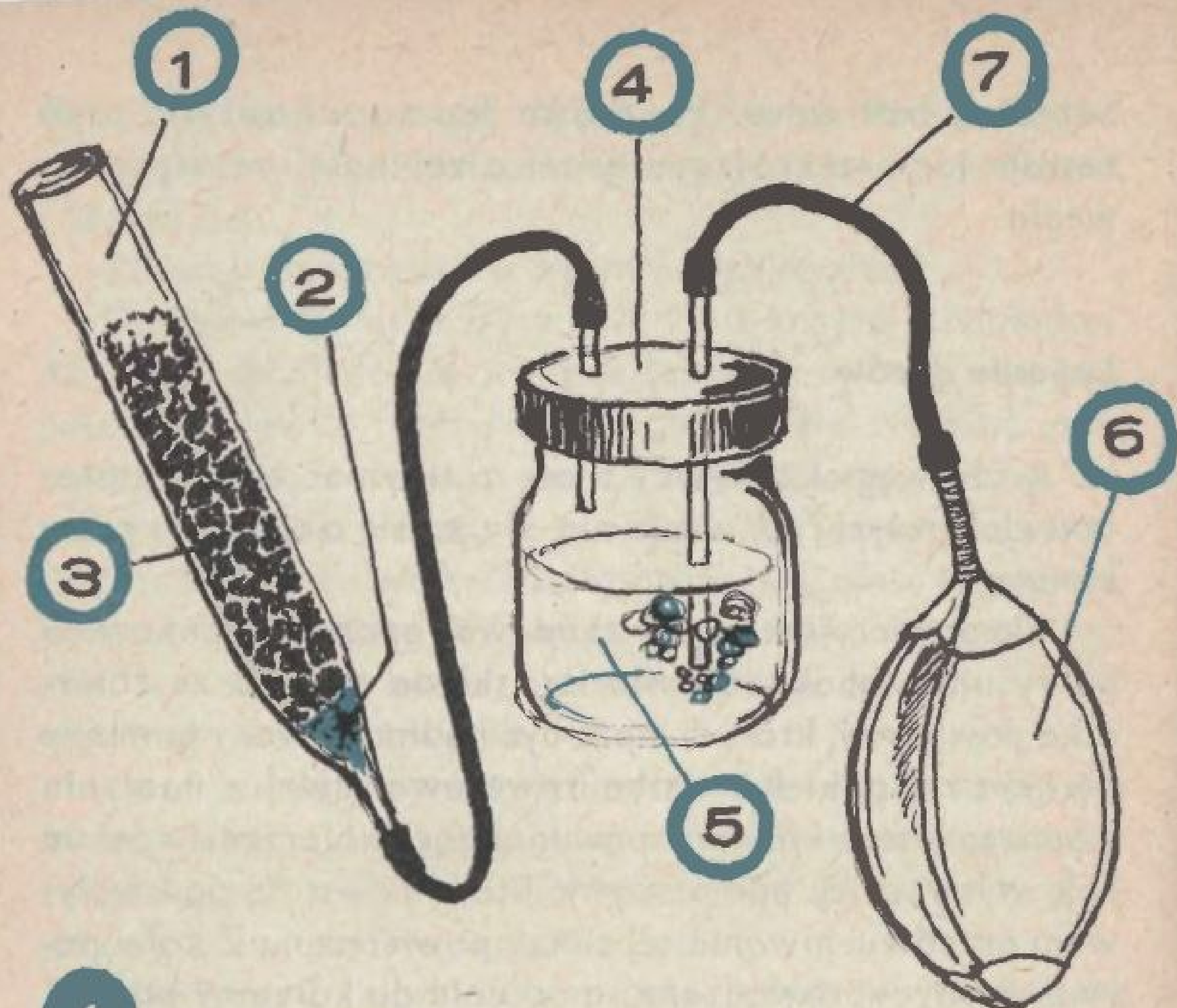
odbarwić roztworu. Po prostu lep został zużyty, czyli została już przekroczona granica zdolności adsorpcyjnej węgla.

Łapanie gazów

A czy węgiel aktywny może zatrzymać tylko cząsteczki ciał stałych? O, wcale nie. Zaraz się o tym sam przekonasz.

Ale po pierwsze trzeba zbudować aparaturę pokazaną na rysunku obok. Jak widzisz, składa się ona ze zbiornika powietrza, którym może być nadmuchiwany gumowy pęcherz od piłki lub dętka rowerowa, dalej z naczynia z benzyną oraz kolumny pochłaniającej. Naczynie spełnia rolę wytwornicy par benzyny, które powstają pod wpływem przedmuchiwania tej cieczy powietrzem. Z kolei pary benzyny wprowadzane są od dołu do kolumny pochłaniającej. Tą szumną i poważnie brzmiącą nazwą określiłem 30—40 cm odcinek rurki szklanej o średnicy 15—20 mm, napełnionej węglem aktywnym.

A teraz uwaga. — Na dnie kolumny pochłaniającej umieść drobnodziurkowany krążek tektury, a na nim dosłownie jeden płatek ligniny. Dopiero na ten krążek możesz sypać 20 cm warstwę węgla. Do Twego doświadczenia najodpowiedniejszy będzie węgiel aktywny granulowany lub w kawałeczkach. Nasyp go lekko i nie ubijaj, po czym dmuchając lekko od dołu, sprawdź czy powietrze może swobodnie przepływać przez tak już wypełnioną kolumnę.



1 KOLUMNA

2 WATA

3 WĘGIEL AKTYWOWANY

4 WYTWORNICA

5 BENZYNA EKSTRAKCYJNA

6 PĘCHERZ

7 PRZEWÓD IGELITOWY

Teraz z kolei zgaś palnik, maszynkę i jeżeli już w pobliżu na pewno nie ma żadnego źródła ognia, do naczynia wlej do 1/3 jego objętości czystą benzynę ekstrakcyjną. **Pamiętaj, pod żadnym pozorem nie wolno Ci używać do tego celu benzyny samochodowej, gdyż jest trująca.** W celu podniesienia jakości benzyn przeznaczonych do silników samochodowych dodawany jest do nich czteroetylek ołowiu, związek nad wyraz toksyczny. Aby ustrzec kierowców przed niebezpieczeństwem zatruć, benzyny zawierające dodatek czteroetylku ołowiu są zawsze barwione. I tak sprzedawana w stacjach CPN Etylina 80 barwiona jest na niebiesko, a Etylina 90 barwiona jest na żółto. Tych gatunków benzyn nie wolno Ci używać do żadnych doświadczeń. Ponadto przypominam raz jeszcze — od tej chwili w pomieszczeniu Twoim nie może się palić żaden palnik gazowy, lampka spirytusowa świeca czy nawet kuchenka elektryczna.

Gdy wszystko jest już gotowe, nadmuchaj pęcherz lub dętkę, połącz go z naczyniem-wytwornicą par i ściskaczem tak reguluj dopływ powietrza, aby przez naczyńko z benzyną przepływał powolny, umiarkowany strumień powietrza (1, 2 pęcherzyki na sekundę).

Nie łącząc jeszcze wylotu rurki od naczynia-wytwornicy par z kolumną pochłaniającą, powąchaj powietrze uchodzące z rurki. Z łatwością poczujesz charakterystyczny zapach benzyny. A teraz połącz wylot rurki z kolumną pochłaniającą i powąchaj zapach powietrza opuszczającego tę kolumnę. Tu już najsubtelniejsze nawet powonienie nic nie wykryje.

Warto jeszcze zaznaczyć początkowy poziom benzyny



w naczyniu-wytwornicy. Skoro skończy się powietrze w pęcherzu, nadmuchaj go ponownie i dalej przepuszczaj powietrze przez naczynie. Czynność tę powtarzaj tak długo, aż u wylotu kolumny pochłaniającej poczujesz wyraźny zapach benzyny.

Teraz rzut oka na naczynie-wytwornicę pozwoli Ci na stwierdzenie, że ubyło z niego sporo benzyny. Gdzie się ona podziała? Po prostu jej pary zostały zatrzymane, czyli zaadsorbowane na powierzchni węgla w kolumnie. Dopiero gdy cała powierzchnia węgla została już zablokowana cząstkami benzyny, kolumna przestała pochłaniać jej pary. Jeśli teraz od dołu kolumny przepuścisz powolny strumień gorącej pary wodnej, to możesz uzyskać całą ilość benzyny poprzednio zatrzymanej na węglu.

I oto natrafiamy na drugą ważną cechę węgla aktywnego. Mianowicie ilość gazów zatrzymanych na jego powierzchni ściśle zależy od temperatury. Im temperatura niższa, tym adsorpcja gazów bardziej wzrasta. Odwrotnie, w temperaturze około 100°C zdolność zatrzymywania gazów na powierzchni węgla spada niemal do 0. Dla przykładu powiem Ci, iż 1 g węgla aktywnego w temp. —185°C adsorbuje 155 cm^3 azotu, zaś w temp. 0°C już tylko 15 cm^3.

Na tych właściwościach opiera się niejedno z technicznych zastosowań węgla aktywnego. A więc np. produ-

kowany z węgla gaz świetlny zawiera zawsze pewną ilość par benzenu, zwanego w stanie surowym benzolem. Gaz taki przepuszcza się przez kolumny napełnione zimnym węglem aktywnym. Następnie kolumny odłącza się i przedmuchuje przegrzaną parą wodną. Wskutek ogrzania zatrzymane pary benzenu uchodzą teraz z kolumny. Tą metodą w dużej gazowni odzyskuje się codziennie 50—60 ton benzenu.

W podobny sposób, wykorzystując adsorpcyjne właściwości węgla aktywnego, rozdziela się na poszczególne frakcje gaz ziemny. Wydobywany z ziemi gaz zwany ziemnym, oprócz głównego składnika metanu, CH_4, zawiera propan, butan i jeszcze cięższe węglowodory. W celu wydzielenia z tej mieszaniny czystego metanu, surowy, czyli tzw. mokry gaz ziemny przepuszcza się przez pochłaniacze napełnione węglem aktywnym. Na węglu zatrzymane zostają propan, butan i cięższe węglowodory, zaś metan przechodzi nie adsorbowany. Następnie cały pochłaniacz się ogrzewa, a wówczas wydzielone zostają zatrzymane poprzednio przez węgiel gazy: propan i butan.

Węgiel własnej roboty

Ponieważ mam zamiar opisać Ci jeszcze parę ciekawych doświadczeń z węglem aktywnym, przy czym pożądany będzie węgiel granulowany bądź też w kawałeczkach, radzę, weź się teraz do samodzielnego wykonania tego potrzebnego w każdym laboratorium preparatu.

Po pierwsze musisz zdobyć jakieś metalowe naczynie, np. stary żeliwny garnek. Garnek ten trzeba obmurować tak, aby pod nim powstało palenisko. Do takiej „retorty" wkłada się w pozycji pionowej drewno sosnowe połupane na kawałki grubości 2—3 cm. Z kolei retortę zamknij metalową przykrywką z otworem o średnicy 5—7 cm. W celu uszczelnienia zamknięcia, krawędzie oblep gliną.

Teraz pod retortą rozpal ogień. Po około godzinie ogrzewania, z otworu pokrywy poczną uchodzić gazy, które zapal. Od tej chwili ogrzewanie retorty powinno trwać jeszcze 3—4 godziny. Następnie pozwól, aby ogień wygasł, a zamknięta retorta powoli ostygła.

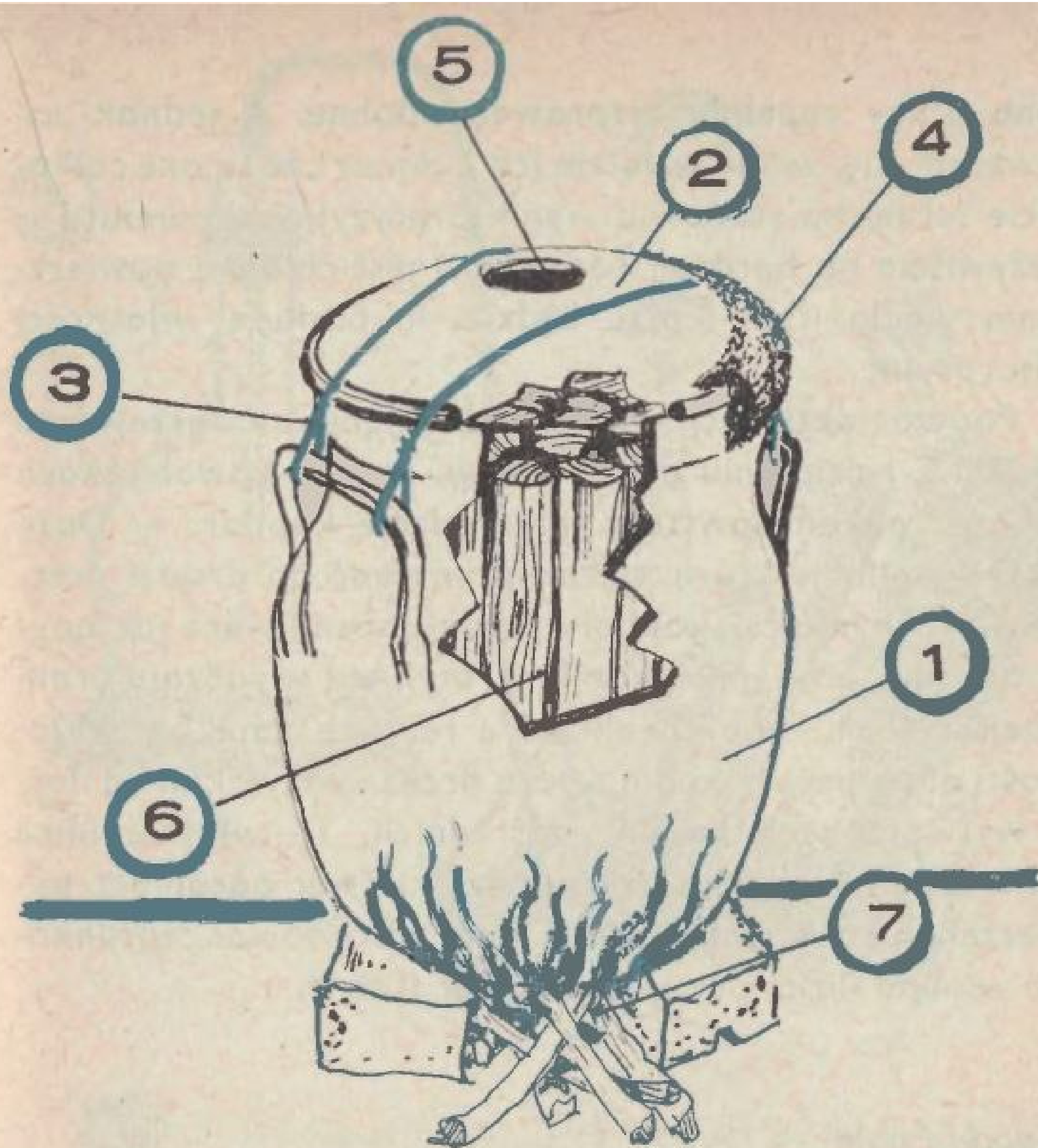
Z zimnej już retorty wyjmij zwęglone drewno, pokrusz je na kawałki i przemywaj tak długo wodą, aż papierek lakmusowy zanurzony w przesączu przestanie się barwić na niebiesko.

Pytasz, po co jest ta zabawa z przemywaniem?

Otóż przemywanie wodą ma za zadanie usunięcie z węgla soli metali alkalicznych, głównie potasu, których obecność wywołuje alkalizację roztworów. Tak otrzymany węgiel możesz nazwać nieco aktywnym. Widzę, że Cię to nieco oburzyło. — Czym różni się mój węgiel od prawdziwego aktywnego? — pytasz.

Na oko niczym. W rzeczywistości jednak swą ogromnie rozwiniętą powierzchnią. 1 g zwykłego, a więc takiego, jak Twój, węgla drzewnego posiada powierzchnię około 6—8 m^2. Natomiast 1 g węgla opuszczającego specjalny piec do aktywacji posiada powierzchnię 700—800 m^2.

Kiwasz z powątpiewaniem głową. Wydają Ci się po-



1 GARNEK ŻELAZNY

2 POKRYWKA

3 UMOCOWANIE POKRYWKI

4 USZCZELNIENIE

5 OTWÓR W POKRYWCE

6 SZCZAPKI SOSNOWE

7 OGNISKO

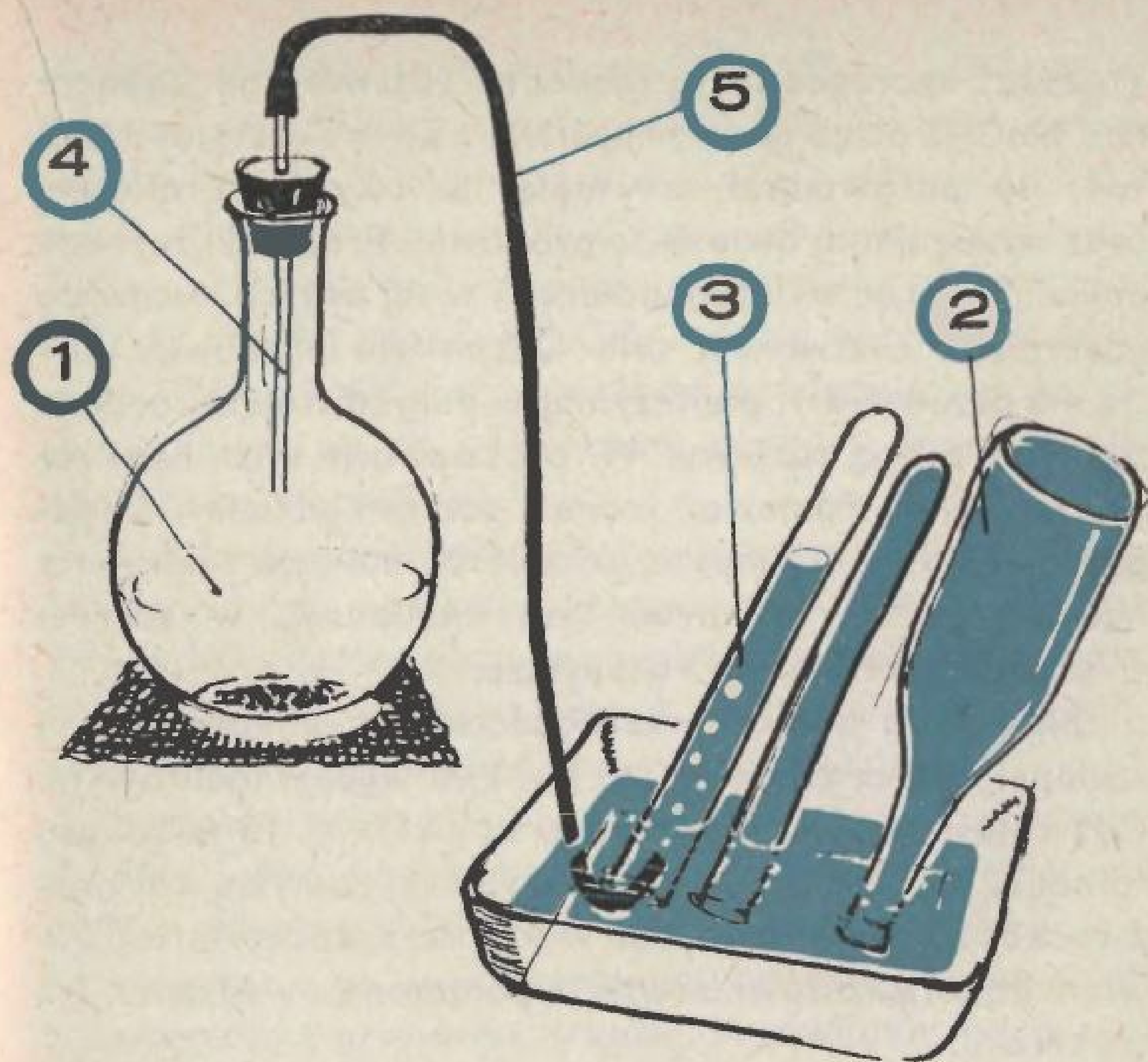
dane liczby zupełnie nieprawdopodobne. A jednak zapewniam Cię, że nie wziąłem ich z chmur i że są one całkowicie ścisłe, bo stanowią wynik precyzyjnych pomiarów. Oczywiście im bardziej rozwinięta jest chłonna powierzchnia węgla, tym lepsze będzie on posiadał własności adsorpcyjne.

Podczas aktywacji węgla, polegającej na ogrzewaniu do 800°C i działaniu pary wodnej, w jego kawałeczkach wskutek pękań powstają trzy rodzaje kapilar. — Duże makrokapilary, które można porównać do arterii przelotowych w mieście, kapilary średnie stanowiące jak gdyby sieć ulic, oraz mikrokapilary, czyli coś w rodzaju bram przejściowych, ślepych uliczek i różnych zaułków. Własności adsorpcyjne węgla zależą przede wszystkim od ilości wytworzonych kapilar pośrednich. Te właśnie ulice pełne skrzyżowań i skrętów, dzięki swej ogromnej powierzchni, są w stanie zatrzymać, adsorbować stosunkowo wielkie ilości par gazów i ciał stałych.

Węgiel i chlor

Do doświadczenia tego potrzebne Ci będą kawałeczki węgla drzewnego oraz gazowy chlor.

Gaz ten najlepiej jest wywiązać w aparacie przedstawionym na rysunku obok. A więc na siatce umieszczonej na trójnogu ustaw małą kolbkę. Nasyp do niej kilka gramów nadmanganianiu potasowego, $KMnO_4$, po czym dopasuj szczelny korek z przechodzącą przezeń rurką szklaną.



1 NADMANGANIAN POTASOWY ZALANY 10 ml KWASU SOLNEGO

2 STĘŻONY WODNY ROZTWÓR NaCl — SILNIE OSTUDZONY

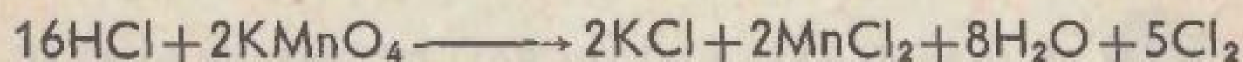
3 BANIECZKI CHLORU

4 RURKA SZKLANA

5 RURKA IGELITOWA

Teraz sporządź stężony wodny roztwór soli kamiennej, NaCl, i oziębb go jak najsilniej. Zimny roztwór NaCl wlej do parowniczki lub małej kuwety fotograficznej oraz napełnij nim dwie duże probówki. Probówki zatkane palcem odwróć wylotem do dołu i w tej pozycji wstaw do naczynia z roztworem soli. Oczywiście probówki, aby się nie przewróciły, podtrzymaj w pozycji stojącej uchwytem lub łapką statywu. W probówkach tych będziesz zbierał chlor. Ponieważ jednak gaz ten obficie się rozpuszcza w wodzie, musisz go zbierać nie nad wodą, lecz nad stężonym roztworem soli kamiennej, w którym chlor niemalże się nie rozpuszcza.

Następnie koniec przechodzącej przez korek rurki szklanej połącz z 20—30 cm cienkim wężem igelitowym. Gdy całość jest już gotowa, do kolbki wlej 10 ml kwasu solnego, HCl, po czym szybko wylot jej zamykaj korkiem z rurką. Po wlaniu kwasu, w kolbce rozpocznie się bowiem dosyć gwałtowna reakcja połączona z wydzielaniem się chloru:



$$16HCl + 2KMnO_4 \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$$

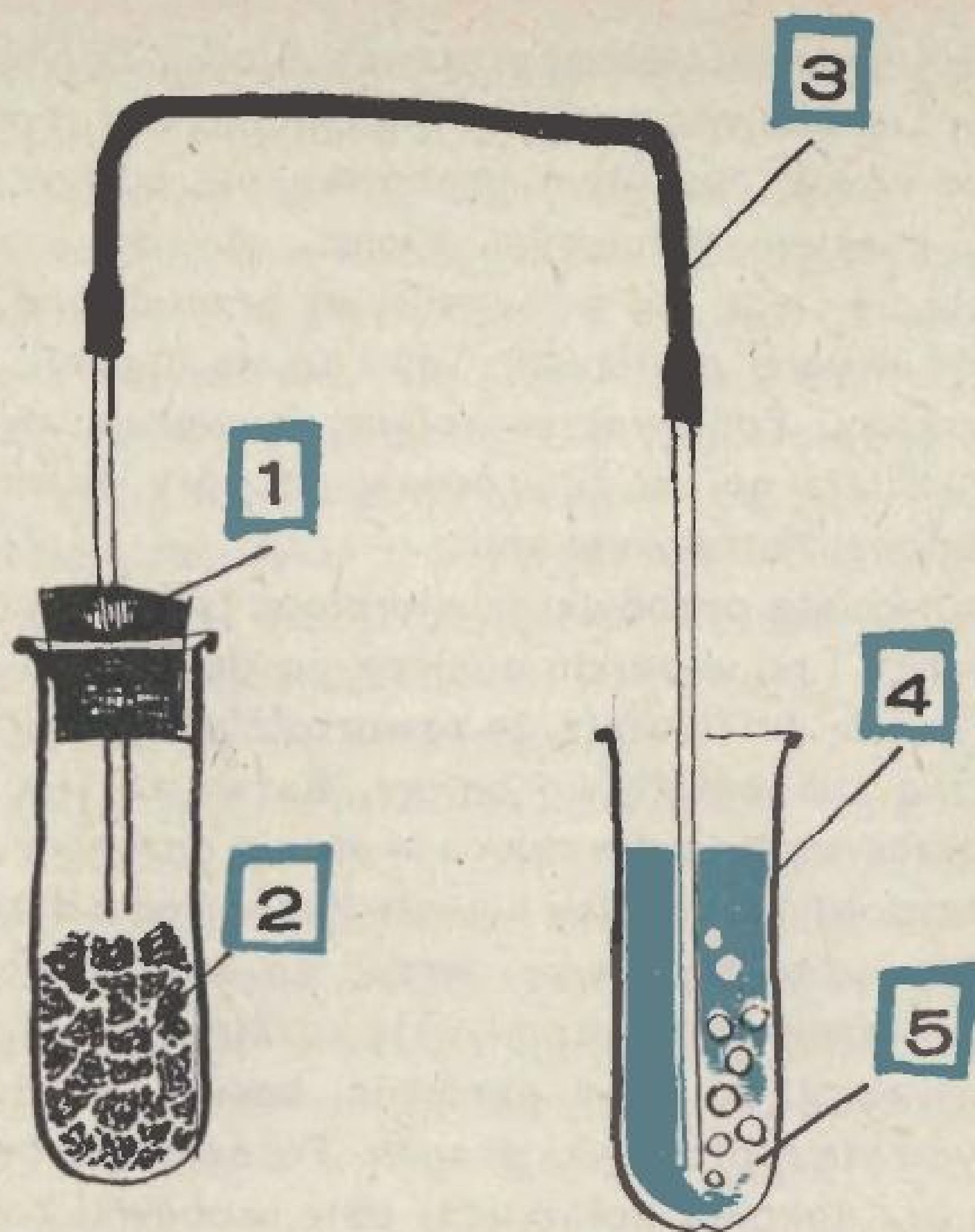
Ponieważ wnętrze kolbki wypełnione jest początkowo powietrzem, po wlaniu kwasu do kolbki wylot rurki igelitowej skieruj początkowo za okno lub włóż do pieca. Dopiero gdy zauważysz, że z węża igelitowego uchodzi już żółtawozielony gaz, masz pewność, iż całe powietrze zostało z kolbki wyparte. Wówczas wylot rurki wprowadź do naczynia z roztworem soli kuchennej tak, aby uchodzące pęcherzyki wpadały do jednej z probówek. W czasie gdy probówka napełnia się gazem, nalej do 1/2

litrowej butelki stężony roztwór NaCl. Z chwilą gdy cała już probówka zostanie napełniona chlorem, czekaj jeszcze chwilę, po czym probówkę nie odwracając zamknij korkiem gumowym dbając, aby do środka nie dostała się ciecz, zaś wąż igelitowy przesuń pod roztworem do drugiej probówki. Gdy i ta się napełni, zamknij ją korkiem. Ponieważ w kolbce wywiązuje się jeszcze chlor, zbierz go do odwróconej do góry dnem butelki napełnionej roztworem soli.

Zamknięte probówki zawierające chlor wyjmij teraz z uchwytu i po wytarciu obejrzyj na tle białego papieru. Z łatwością dostrzeżesz, że zawartość probówek posiada wyraźną zielonożółtawą barwę. Barwa ta jest właśnie charakterystyczna dla chloru w stanie gazowym.

Przygotuj teraz kilka kawałeczków węgla drzewnego. Otwórz jedną probówkę, wrzuć do środka węgiel, po czym możliwie szybko zamknij ją korkiem. Probówkę lekko potrząsaj, po czym porównaj barwę jej zawartości z zawartością probówki drugiej. Porównania barw najlepiej jest dokonać położywszy obie probówki koło siebie na kawałku białego papieru. Z łatwością stwierdzisz, że zawartość probówki z węglem stała się niemal zupełnie bezbarwna, w każdym razie znacznie jaśniejsza. O czym to świadczy?

Twierdzisz, że chlor został związany przez węgiel. Tak, oczywiście masz rację. Ale jak? Na oko przecież nie widać, aby czarne, porowate kawałeczki węgla w jakikolwiek sposób uległy zmianie. O tym, iż naprawdę pomiędzy węglem a chlorem nie zaszła reakcja chemiczna, przekonać Cię może proste doświadczenie. — Do małej



1 KOREK GUMOWY

2 WĘGIEL DRZEWNY Z POCHŁONIĘTYM CHLOREM

3 RURKA IGELITOWA

4 WODA ZABARWIONA ATRAMENTEM

5 BANIECZKI CHLORU

probówki nalej wody i lekko ją zabarw czerwonym atramentem. Następnie przygotuj korek z przechodzącą przezeń rurką szklaną wygiętą, jak na rysunku obok. Korkiem tym zamknij probówkę (tę z węglem w środku), a drugi koniec rurki szklanej wprowadź do probówki z zabarwioną wodą, po czym ogrzewaj lekko probówkę z węglem. Zauważysz wówczas, że przez wylot rurki poczną uchodzić banieczki gazu, a po chwili czerwony roztwór ulegnie odbarwieniu.

Doświadczenie to dowodzi, iż pod wpływem ogrzewania z probówki zawierającej węgiel uchodził chlor, który reagując z zabarwioną wodą, spowodował jej odbarwienie.

A więc, jak widzisz, chlor poprzednio związany przez węgiel drzewny, pod wpływem ogrzewania został teraz od niego odłączony. Jak już mówiliśmy, zjawisko wiązania gazów przez węgiel polega bowiem nie na powstawaniu związku, lecz na gromadzeniu, jakby przylepianiu się cząsteczek na powierzchni węgla. Im silniej ochłodzony węgiel, tym więcej jest on w stanie zaadsorbować chloru. I odwrotnie, w miarę podnoszenia temperatury, ilość tego gazu, jaką może pochłonąć węgiel, szybko maleje. Po ogrzaniu do temperatury 300—400°C, cały chlor zatrzymany na powierzchni węgla może już być z powrotem wydzielony.

W oparciu o adsorpcję gazów na węglu aktywnym budowane są ochronne maski gazowe. Najważniejszą ich część, tzw. pochłaniacz, stanowi puszka zawierająca duży zapas specjalnie spreparowanego węgla. Podczas oddychania powietrze zawierające szkodliwe gazy, jak

chlor, siarkowodór czy tlenki azotu, przechodzi przez taki pochłaniacz i tam następuje zatrzymanie cząsteczek gazów na węglu.

Kolej na kwas octowy

Znamy inny jeszcze sposób, „prawie ilościowy", określania aktywności węgla drzewnego. Radzę Ci porównać tym razem zdolności adsorpcyjne Twego węgla drzewnego oraz węgla aktywnego, nabytego np. w aptece.

Do 3 zlewek nalej po 100 ml wody, po czym odmierz do każdej, ale możliwie jak najdokładniej, po 2 ml zwykłego 3% octu spożywczego, czyli kwasu octowego. Teraz do jednej zlewki wsyp 5 g również dokładnie odważonego Twego węgla drzewnego, zaś do zlewki drugiej — 5 g, lecz prawdziwego węgla aktywnego.

Roztwory w zlewkach bardzo starannie i długo mieszaj (ale każdy oddzielnym pręcikiem szklanym), po czym przesącz przez filtr z bibuły do osobnych, czystych zleweczek.

Do każdej ze zlewek, a więc i do tej trzeciej, dodaj po 3—5 kropel roztworu fenoloftaleiny. Następnie przygotuj około 200 ml 1% roztworu NaOH i powoli z biurety dodawaj go do zlewki trzeciej aż do wystąpienia pierwszego trwałego zabarwienia na czerwono. Zanotuj, jaką ilość roztworu NaOH zużyłeś do zobojętnienia 2 ml 3% kwasu octowego.

Zobojętnianie kwasu octowego przeprowadź z kolei

w zlewce pierwszej i drugiej, notując ilości zużytego roztworu NaOH.

No, i jakie uzyskałeś wyniki?

Najwięcej roztworu NaOH zużyłeś do zobojętnienia kwasu octowego w zlewce trzeciej, nieco już mniej w zlewce pierwszej, najmniej zaś w zlewce drugiej.

Czym możesz wytłumaczyć taki wynik doświadczenia?

— Adsorpcją kwasu octowego przez węgiel — odpowiadasz.

Słusznie, tak jest w rzeczywistości. Kupiony w aptece węgiel jest o wiele bardziej aktywny, czyli posiada właściwości adsorpcyjne wielokrotnie większe od węgla drzewnego Twojej roboty. Dlatego też, dodany do zlewki drugiej, węgiel ten zatrzymał najwięcej cząsteczek kwasu octowego. W rezultacie, na zobojętnienie pozostałej reszty kwasu, do zlewki drugiej dodałeś najmniejsze ilości roztworu NaOH.

A więc, jak widzisz, węgiel węglowi nierówny, a ta aktywacja zwykłego węgla drzewnego to nie żadna lipa, lecz proces rzeczywiście zwiększający powierzchnię chłonną bryłek.



13. BIELENIE I WYWABIANIE, CZYLI O PODCHLORYNACH

Niejednokrotnie zetknąłeś się pewnie z problemem, jak usunąć plamę z długopisu lub atramentu, czy też czym wybielić tkaninę, pióra itp. We wszystkich tych przypadkach ogromne usługi odda Ci chlor, a ściślej mówiąc, pewne jego związki.

Zanim jednak przystąpimy do całej serii doświadczeń z chlorem i jego związkami, musisz mi obiecać jak najdalej idącą ostrożność. Nie ma bowiem co ukrywać —

chlor jest gazem bardzo szkodliwym dla zdrowia i dlatego pracuj z nim rozważnie i ostrożnie, jak na chemika przystało. Cała aparatura musi być szczelna, a pomieszczenie po pracy bardzo dokładnie wywietrzone.

A więc do roboty.

Start produkcji

Do wytworzenia chloru niezbędnymi odczynnikami będą nadmanganian potasowy, $KMnO_4$ lub braunsztyn MnO_2 oraz kwas solny. Nadmanganian potasowy, czyli tzw. kali, jest bardzo silnym utleniaczem, odbiera on wodór chlorowodorowi, przez co wydziela się wolny gazowy chlor:



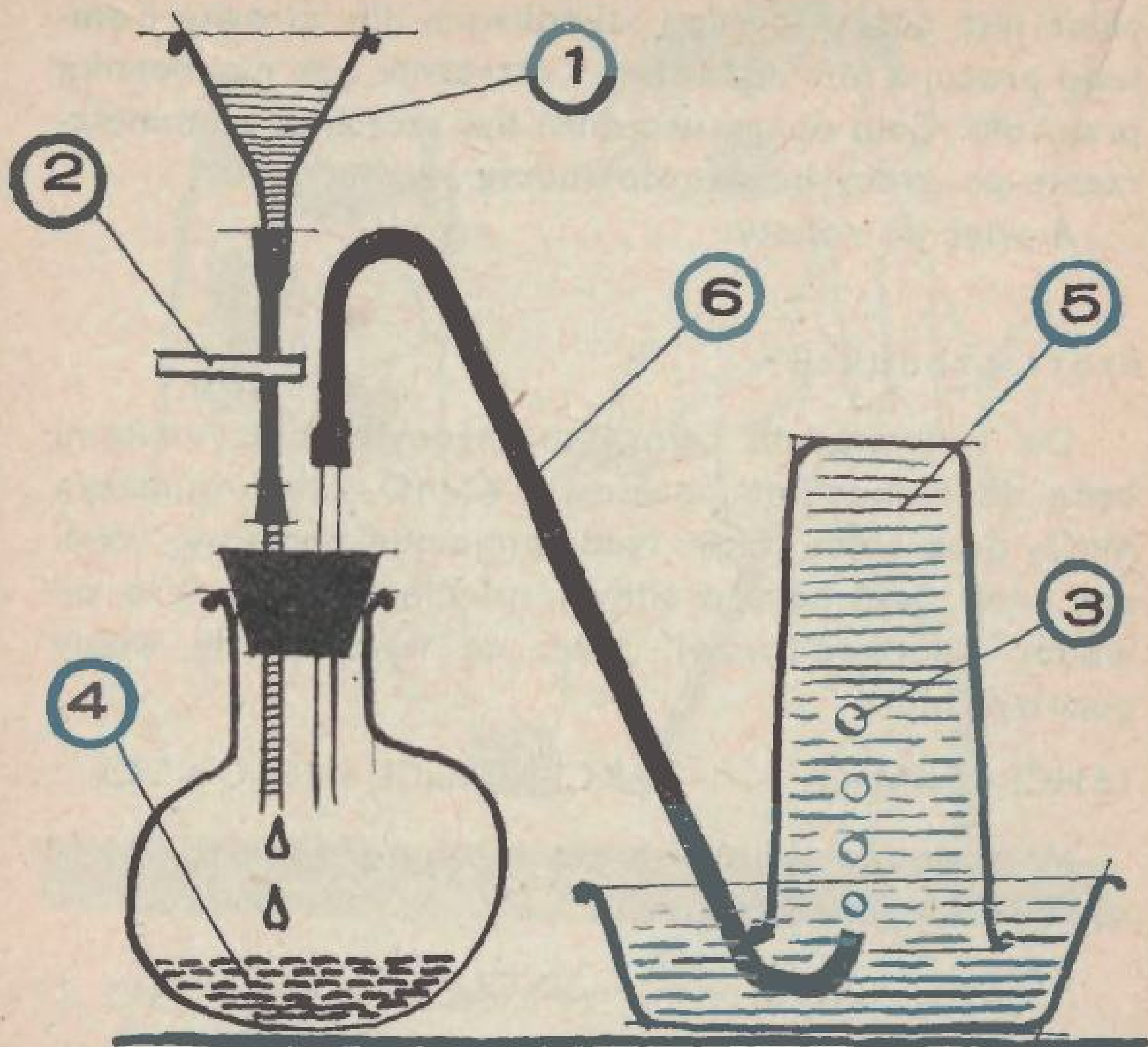
$$16\,HCl + 2\,KMnO_4 \longrightarrow 2\,KCl + 2\,MnCl_2 + 8\,H_2O + 5\,Cl_2\uparrow.$$

W podobny sposób działa i braunsztyn, który jest również silnym utleniaczem:



$$MnO_2 + 4\,HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2\,H_2O + Cl_2\uparrow.$$

Wywiązywanie chloru przeprowadź w aparacie przedstawionym na rysunku obok. — Do kolby wsyp 10 g nadmanganianiu potasowego i wylot zamknij korkiem, przez który przechodzą dwie rurki szklane. Jedną, prostą, połącz kawałkiem węża gumowego z wylotem lejka umocowanego na statywie. Koniec rurki drugiej, wygiętej tak jak na rysunku, umieść w naczyniu pod wylotem słoiczka. Na kawałek węża gumowego, łączącego rurkę szklaną z lejkiem, załóż ściskacz. Naczynie, w którym umieścisz słoiczek na chlor, napełń stężonym roz-



1 HCl

2 ŚCISKACZ

3 BANIECZKI CHLORU

4 $KMnO_4$

5 ROZTWÓR $NaCl$

6 PRZEWÓD IGELITOWY

tworem soli kamiennej, NaCl. Roztworem tym napełń również i słoiczek. Następnie, zakrywając ręką skierowany do dołu wylot, słoiczek ustaw na dwu kamieniach na dnie naczynia. Korek, którym zamkniesz kolbę, musi być dobrze zaimpregnowany parafiną, gdyż inaczej bardzo szybko ulega zniszczeniu.

Gdy masz już całą aparaturę zmontowaną, do lejka wlej kwas solny i lekko zwolnij zaciskacz. Spływający do kolby kwas reaguje od razu z nadmanganianem potasowym i poczyna wydzielać się chlor. Szybkość jego wywiązywania reguluj ilością dodawanego kwasu, który powinien kapać powoli, kroplami.

Skoro napełnisz jeden słoiczek chlorem, podstaw drugi. Gdy już dalsze dodawanie kwasu solnego przestanie wywoływać wydzielanie się chloru, kolbę z nadmanganianem lekko ogrzej, a uzyskasz jeszcze sporą ilość gazowego chloru. Słoiczki napełnione chlorem zatkaj szczelnie gumowymi korkami.

Po skończonym wywiązywaniu chloru, całą aparaturę musisz od razu rozebrać i bardzo starannie umyć. Tylko pamiętaj, żadnego pozostawiania do jutra. Znamy przecież, jak to się kończy. Takie ,,jutro'' ciągnie się czasem miesiącami.

Roztwór zebrany w kolbie zawiera kwas solny, wodę oraz chlorek manganawy, $MnCl_2$. Właśnie z uwagi na ten związek, roztworu nie należy wylewać. Po zatężeniu go w parowniczce i ostudzeniu otrzymasz kryształki $MnCl_2$ zmieszane z KCl.

A teraz zabierzemy się do doświadczeń z chlorem.

Jak to jest z tym bieleniem?

Często się słyszy o bielących własnościach chloru. Przekonaj się sam, jak to jest z tym bieleniem w rzeczywistości. Weź słoiczek z chlorem i szybkim ruchem wlej na jego dno 50 ml stężonego kwasu siarkowego, H_2SO_4. Po 2—3 godzinach, do korka takiego samego jak zamykający ów słoiczek z chlorem, na pinezce przyczep suchy skrawek barwnego materiału, np. jakiegoś kretonu, po czym możliwie szybko zamień korki. Okaże się, że nawet po 10—20 godzinach nie zaobserwujesz żadnej zmiany barw tkaniny.

A teraz ten sam czy inny skrawek barwnej tkaniny zwilż wodą i zawieś na korku w tym samym słoiczku z chlorem. Łatwo zauważysz zachodzący po prostu „w oczach'' proces odbarwiania się tkaniny. W tym drugim doświadczeniu, zamiast tkaniny możesz użyć nawet płatek róży, peonii czy bratka.

Pytasz, dlaczego w przypadku pierwszym chlor nawet po kilkunastu godzinach nie odbarwił tkaniny, a w drugim dokonał tego w ciągu kilkunastu minut? — Okazuje się, że chlor nie posiada właściwości odbarwiających. Nalewając bowiem na dno słoiczka małą ilość stężonego kwasu siarkowego, który jest bardzo higroskopijny (tzn. silnie pochłania parę wodną z otoczenia) osuszyłeś w ten sposób chlor. Natomiast umieszczając w nim mokry skrawek tkaniny lub kwiatek, powodujesz momentalne ich odbarwienie.

A teraz do drugiego słoiczka z chlorem wlej 20—25 ml zimnej wody, zamknij go szczelnie korkiem i wstrząsaj

energicznie przez parę minut. Nie żałuj wysiłku, gdyż w przeciwnym razie doświadczenie się nie uda. Na balkonie lub za oknem przelej wodę ze słoiczka do wąskiej zlewki lub cylinderka. Wpuść teraz do cylinderka kroplę czerwonego lub niebieskiego atramentu. Woda w naczyńku początkowo się zabarwi, lecz następnie, po zmieszaniu odbarwi się całkowicie. Podobnie skrawki tkaniny, zanurzone do cylinderka, szybko ulegną odbarwieniu.



— Co się właściwie dzieje w tym roztworze? Czym on właściwie jest? — pytasz. — Aby dać Ci odpowiedź, muszę najpierw cofnąć się do chwili, gdy wstrząsałeś słoiczek napełniony chlorem i wodą. Otóż, podczas tego energicznego mieszania zaszło wiele ważnych procesów. Mianowicie, część chloru rozpuściła się po prostu w wodzie, część natomiast reagując chemicznie z wodą, dała dwa nowe związki:



$$H_2O + Cl_2 \longrightarrow HCl + HOCl.$$

Widzisz więc, że powstał kwas solny, HCl i „coś" bardzo do niego podobnego, lecz zawierającego jeszcze ponadto jeden atom tlenu. Tym związkiem o wzorze HOCl jest kwas podchlorawy i jemu to właśnie chlor zawdzięcza swe bielące własności. Przypomnij sobie tylko nasze pierwsze doświadczenie z chlorem i skraw-



kiem barwnej tkaniny. Przecież gdy chlor i tkanina były suche, to odbarwienie nie zachodziło. Gdy jednak do słoiczka z tym gazem wprowadziłeś mokrą tkaninę lub kwiat, odbarwienie nastąpiło momentalnie. Otóż dobrze zapamiętaj, że nie sam czysty i suchy chlor odbarwia, lecz powstający z połączenia chloru z wodą kwas podchlorawy.

— No dobrze — pytasz, — na czym to właściwie polega owo działanie odbarwiające kwasu podchlorawego?

Kwas podchlorawy jest związkiem bardzo nietrwałym i łatwo oddaje swój atom tlenu:



$$HOCl \longrightarrow HCl + O$$

Powstający w wyniku tej reakcji atomowy tlen (zauważ, że piszemy O, a nie O_2) jest wyjątkowo reaktywny.

Łącząc się z cząsteczkami barwników częściowo je niszczy, powodując bezbarwność. W ostatecznym więc rezultacie, jak widzisz, czynnikiem bielącym nie jest wcale chlor, lecz atomowy tlen. Innymi słowy, bielenie, czyli odbarwianię, to nic innego, jak utlenianie barwnika tlenem, zaś chlor spełnia tu tylko rolę pośrednika. Ponieważ kwas podchlorawy jest związkiem bardzo nietrwałym, a tym samym niepraktycznym i

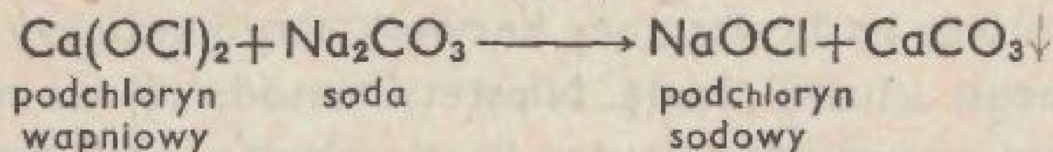
trudnym w przechowywaniu, w praktyce najczęściej posługujemy się jego solami, przede wszystkim podchlorynami.

Precz plamo z atramentu!

Aby móc skutecznie usunąć ślady na papierze z atramentu lub tuszu z długospisu musisz wykonać osobno 2 roztwory. Pierwszy z nich będzie podchlorynem sodowym, NaOCl, drugi zaś tiosiarczanem sodowym, $Na_2S_2O_3$.

A oto przepis na roztwór pierwszy. — W 0,1 litra zimnej wody rozpuść 40 g tzw. sody krystalicznej, czy węglanu sodowego, Na_2CO_3. Następnie, do tak otrzymanego roztworu wsyp całą paczkę „chlorku do prania" i całość długo mieszaj.

W wyniku zachodzącej reakcji podwójnej wymiany, którą możemy zapisać następująco:



powstaje nierozpuszczalny osad węglanu wapniowego, $CaCO_3$ oraz zielonkawożółtawy roztwór podchlorynu sodowego, NaOCl.

Naczynie odstaw na godzinę, po czym zlej ostrożnie górną warstwę klarownego roztworu, zaś biały osad wyrzuć. Płyn po przesączeniu przez bibułę przelej do butelki ze szkła ciemnego i zamknij szczelnie korkiem gumowym. Jest to już gotowy do użycia roztwór podchlorynu sodowego, NaOCl, który dla uproszczenia nazwę roztworem 1.

Z kolei roztworem 2 będzie tiosiarczan sodowy rozpuszczony w wodzie. A więc, w 100 ml wody rozpuść 12 g $Na_2S_2O_3$, po czym roztwór przelej też do butelki ze szkła ciemnego.

Przystępując do wywabiania plam z atramentu czy tuszów barwnych (z wyjątkiem czarnego), z papieru, pod zaplamione miejsce podłóż bibułę, po czym posługując się zakraplaczem, pokryj plamę paru kroplami roztworu nr 1. Gdy atrament zniknie (trwa to 1—3 minut), płyn nr 1 zbierz z papieru bibułą, po czym miejsce pokryj paru kroplami (też posługując się zakraplaczem) roztworu nr 2, a następnie na to miejsce dwukrotnie nałóż i zbierz po kilka kropel wody.

Co się dzieje na papierze?

Roztwór nr 1, niszczący barwnik atramentu czy tuszu barwnego, usuwa plamę. Niestety metody tej nie można stosować do czarnego tuszu kreślarskiego, gdyż zawiera on jako barwnik sadzę.

Ponieważ roztwór ten działając długo niszczy papier, zobojętniasz go roztworem nr 2. Ale z kolei roztwór nr 2 po wyschnięciu może spowodować na papierze żółtą plamę. Aby do tego nie dopuścić, resztki roztworu nr 2 usuwasz właśnie wodą.

Z kolei rola tiosiarczanu sodowego polega na neutralizacji resztek podchlorynu oraz jego silnie alkalicznego odczynu.

Podchloryny używane są często do bielenia najróż-

niejszych tkanin. Pamiętaj jednak, że pozostawienie na włóknach resztek podchlorynu niszczy niemal całkowicie tkaninę. Tymczasem sprawa usunięcia resztek podchlorynu nie jest wcale łatwa ani prosta. Nawet wielokrotne płukanie wodą niewiele tu pomaga. Dopiero zamoczenie w rozcieńczonym roztworze tiosiarczanu sodowego daje Ci gwarancję, że cały podchloryn zaadsorbowany na włóknach tkaniny zostanie rozłożony. Oczywiście, po kąpieli w tiosiarczanie sodowym tkaninę trzeba jeszcze dokładnie wypłukać w wodzie.



14. DEPOLIMERYZACJA I POLIMERYZACJA

Depolimeryzacja

Często zapewne widziałeś broszki, w których elementem ozdobnym jest owad lub mała moneta zalana przezroczystą żywicą. W ten sam sposób, to jest przez zalewanie w bloki przezroczystej żywicy, produkowane są różne eksponaty lub pomoce naukowe. Zapewne zaciekawi Cię technika otrzymywania takich ładnych eksponatów.

W Twoich warunkach najodpowiedniejszym tworzywem do zalewania jest polimetakrylan, czyli popu-

larne pleksi. Niestety tworzywo to, które spotykasz na co dzień, jest już polimerem — ciałem stałym. Na to zaś, aby móc jakiś przedmiot zalać lub też jakiś model odlać, trzeba dysponować monomerem.

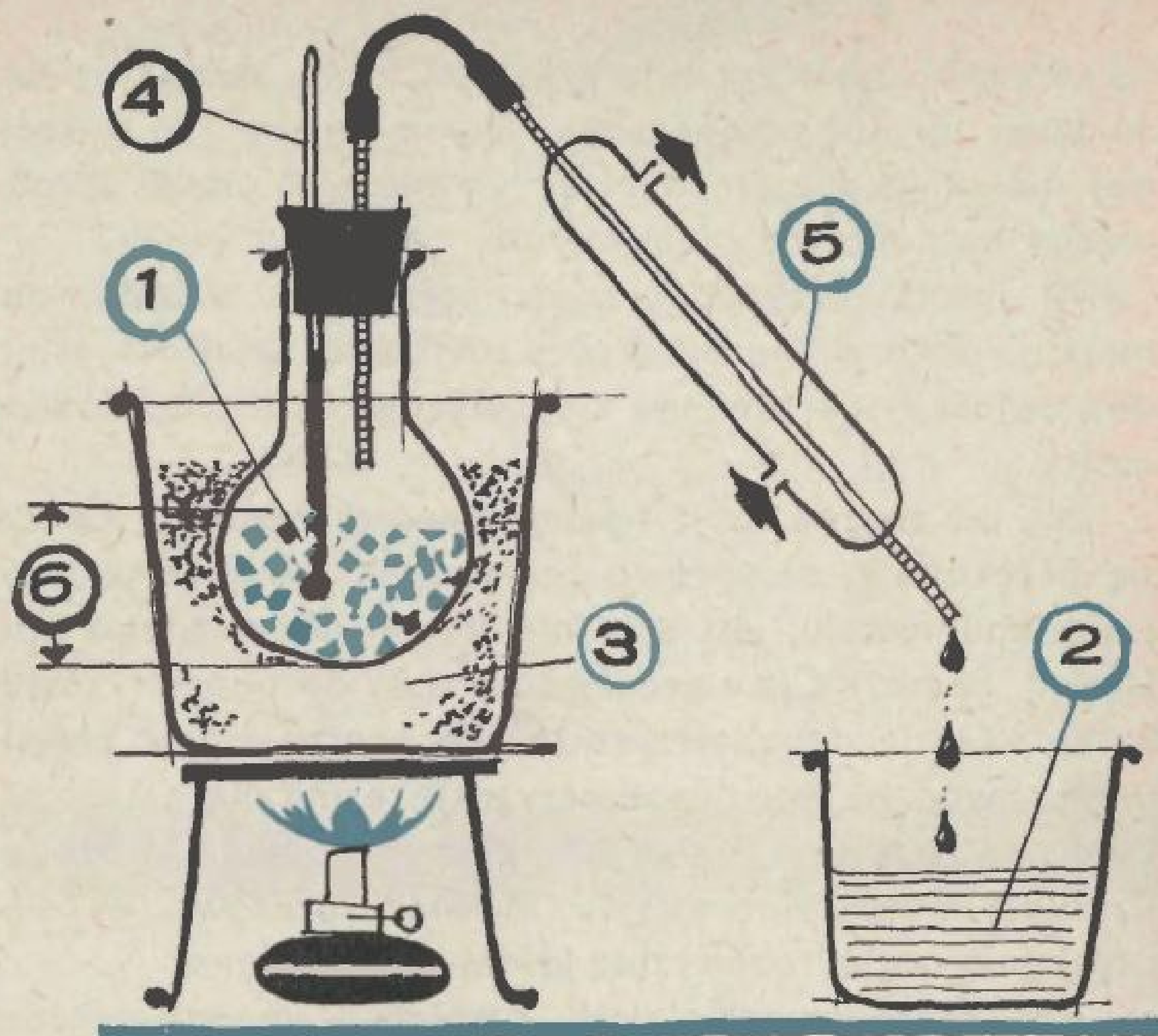
W Twoim przypadku monomerem jest metakrylan metylu, ciecz o charakterystycznej miłej woni. O tym, aby związek ten samemu zsyntetyzować, nie ma nawet mowy.

Ale od czegóż spryt i pomysłowość chemika? Zaraz się przekonasz, że sprawa otrzymania monomeru, metakrylanu metylu, jest prosta i niemal dla każdego dostępna. Pomoże Ci tu proces odwrotny do polimeryzacji, a mianowicie depolimeryzacja. Po prostu mając pleksi przeprowadzisz jego depolimeryzację termiczną, czyli rozkład pod wpływem temperatury na monomer i tą drogą uzyskasz metakrylan metylu. Mówiąc obrazowo, w celu uzyskania cegieł rozbierzęsz jakieś stare rudery.

Aby przeprowadzić taką rozbiórkę, musisz przede wszystkim wyszperać odpowiednie ruiny, czyli postarać się o odpady pleksi. Barwa i przezroczystość użytych odpadów nie odgrywają tu żadnej roli.

Aparatura, w której przeprowadzisz depolimeryzację, składać się będzie z palnika, łaźni piaskowej, kolby destylacyjnej, statywu, termometru oraz chłodnicy wodnej.

Na łaźni piaskowej, pod którą stoi palnik, umieść kolbę destylacyjną. Po umocowaniu jej w statywie napełnij ją drobno potłuczonymi kawałeczkami pleksi. W korku zamykającym szyjkę kolby destylacyjnej umieść termometr, tak aby zbiorniczek rtęci sięgał środka kolby.



1 POLIMER

2 MONOMER

3 ŁAŹNIA PIASKOWA

4 TERMOMETR **DO** 350°C

5 CHŁODNICA

6 NIE NAPEŁNIAĆ WIĘCEJ NIŻ 3/4 KOLBY

Z kolei boczne odprowadzenie kolby destylacyjnej połącz z chłodnicą wodną i u jej wylotu ustaw odbieralnik. Gdy aparatura jest już zmontowana, rozpocznij ogrzewanie. Temperatura wnętrza kolby musi sięgać 300—350°C. Już przy ogrzaniu do ok. 200°C zauważysz wyraźne mięknienie i jakby nadtapianie się kawałeczków pleksi.

Gdy temperatura przekroczy 250°C, w kolbie poczną się tworzyć dymy. Po ustaleniu się już temperatury powyżej 300°C do chłodnicy przechodzić zaczną i tam się skraplać pary metakrylanu metylu. Związek ten powstaje w wyniku termicznej depolimeryzacji, rozkładu pleksi.

Ogrzewanie łaźni piaskowej przerwij, gdy cały zapas pleksi w kolbie ulegnie rozkładowi, a z wylotu chłodnicy przestanie już uchodzić ciekły monomer.

Czyszczenie cegieł

Mówiąc poprzednio o depolimeryzacji odpadków pleksi, proces ten porównałem do rozbiórki ruin. Właśnie wykonałeś tę pracę i oto masz już pojedyncze cegły — cząsteczki metakrylanu metylu. Ale w odbieralniku znajduje się jakaś mętna, żółtawobrązowa „zupa". Widzę, że stoisz bezradnie i nie bardzo wiesz, co robić dalej, a jednocześnie masz do mnie jak gdyby lekki żal.

Powiedz mi więc, mój kochany, czy wygląd zewnętrzny nowych, czystych cegieł nie różni się od wyglądu rumowiska gruzu? Jak podczas rozbiórki domu oprócz otoczonych zaprawą cegieł całych otrzymasz trochę po-

łówek i drobnego gruzu, tak też w przypadku depolimeryzacji termicznej oprócz cząstek monomeru powstaje pewna ilość różnych produktów ubocznych. One to właśnie zanieczyściły Twój monomer i nadały mu ową mętność i żółtą barwę.

Aby monomer uwolnić od tych zanieczyszczeń, musisz go poddać procesowi destylacji. W tym celu surowy metakrylan metylu wlej do kolbki destylacyjnej ustawionej na trójnogu z siatką azbestową. **Pamiętaj, że kolby destylacyjnej nie należy nigdy napełniać ponad 3/4 jej pojemności.** Zanim jeszcze szyjkę kolby zamkniesz korkiem z osadzonym w nim termometrem (o zakresie do 350°C), wrzuć do kolbki parę drobnych kawałeczków fajansu lub szamotu. Porowate te kawałeczki zapobiegać będą przegrzewaniu się cieczy przy dnie oraz zapewnią spokojne, równomierne wrzenie cieczy.

Boczny wylot kolbki destylacyjnej połącz z zamocowaną w statywie chłodnicą wodną. Staraj się teraz powoli i równomiernie ogrzewać kolbkę. Gdy temperatura osiągnie już ok. 80°C, w chłodnicy poczną się skraplać pierwsze pary. Nie przerywając powolnego ogrzewania, obserwuj wskazania termometru. Skoro temperatura wyniesie już 97°C, postaw świeży odbieralnik i zbieraj w nim spływającą z chłodnicy ciecz aż do chwili, gdy termometr wskaże 100°C. A więc, wyrażając się fachowo, będziesz zbierał frakcję destylującą w granicach temperatur 97—100°C.

Zebrany w odbieralniku metakrylan metylu jest już teraz czysty jak ta przysłowiowa łza.

Uwaga, uwaga — polimeryzacja

Masz już wydobyte z gruzów i oczyszczone cegły, możesz więc teraz zabawić się w murarza i spróbować wznieść z nich jakiś budynek.

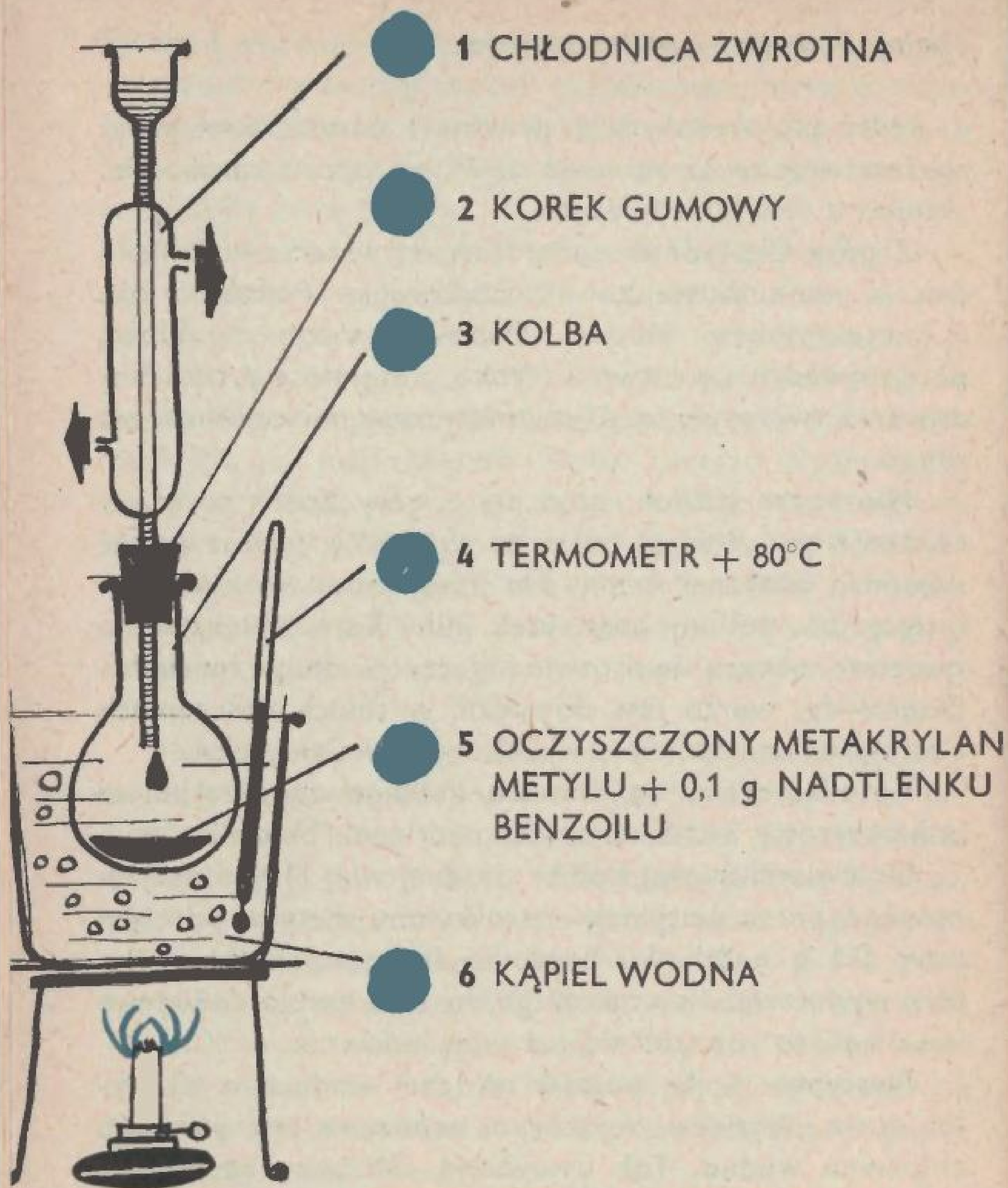
Z góry Cię jednak uprzedzam, iż wszelka rozbiórka jest o wiele łatwiejsza niż budowanie. Podobnie jest z metakrylanem metylu. Depolimeryzację termiczną przeprowadza się łatwo i szybko, natomiast proces budowania tworzywa, czyli polimeryzacja monomeru trwa długo.

Nie sądzę jednak, abyś się z góry zraził pewnymi trudnościami. Pomyśl tylko, że za chwilę możesz zostać dowódcą potężnej armii. Na Twój jeden rozkaz setki tysięcy, ba, miliony cząsteczek, niby karni żołnierze na musztrze, poczną się ustawiać i łączyć w długie łańcuchy. Doprawdy, warto jest dowodzić w takich ćwiczeniach i otrzymać samodzielnie wykonany kawałek pleksi.

Katalizatorem, za pomocą którego zapoczątkujesz polimeryzację monomeru, jest nadtlenek benzoilu.

Do ćwierćlitrowej kolbki szklanej wlej 110 ml oczyszczonego przez destylację metakrylanu metylu, po czym wsyp 0,1 g nadtlenku benzoilu. Potrząsaj kolbką, aby płyn wymieszać, i to tak długo, aż cała porcja dodanego katalizatora rozpuści się już w monomerze.

Następnie kolbę postaw na łaźni wodnej, a jej wylot zatkaj korkiem w którym osadzona jest pionowo chłodnica wodna. Tak ustawioną chłodnicę nazywamy chłodnicą zwrotną, gdyż skroplone w niej pary zawracają ponownie do naczynia, w którym prowadzisz ogrze-


1 CHŁODNICA ZWROTNA
2 KOREK GUMOWY
3 KOLBA
4 TERMOMETR + 80°C
5 OCZYSZCZONY METAKRYLAN METYLU + 0,1 g NADTLENKU BENZOILU
6 KĄPIEL WODNA

wanie. Dzięki chłodnicy zwrotnej nie ponosisz strat cieczy ogrzewanej w kolbce. Zapomniałem Ci jeszcze wspomnieć, że monomer możesz zabarwić przed polimeryzacją przez rozpuszczenie w nim odpowiedniego barwnika.

Wodę w łaźni ogrzewaj do temperatury 80°C, a zawartość kolbki mieszaj przez jej częste wstrząsanie.

Ale uwaga, teraz nie możesz nigdzie odchodzić od ogrzewanej kolbki i bacznie ją musisz obserwować, gdyż zachodząca w niej polimeryzacja jest reakcją egzotermiczną. Wskutek tego w pewnej chwili monomer tak się ogrzeje, że może począć wrzeć. Gdyby to nastąpiło, zdejmij natychmiast kolbę z łaźni i ostudź ją zimną wodą.

Ogrzewanie monomeru w kolbie ma za zadanie zapoczątkowanie polimeryzacji. Bez trudu zauważysz, że w miarę ogrzewania wzrasta stopniowo lepkość roztworu w kolbce. Gdy ciecz uzyska już konsystencję gliceryny (po około 40 minutach ogrzewania), kolbę zdejmujesz z łaźni wodnej, studzisz lekko jej zawartość, po czym zlewasz do szklanego naczyńka, w którym znajduje się przeznaczony do zalania okaz.

Syropowatą ciecz musisz wlewać bardzo powoli i ostrożnie, aby nie wytworzyć pęcherzy powietrza.

Formę z zalanym okazem przykryj czystym szkiełkiem i odstaw w ciepłe i spokojne miejsce na okres 2—3 dni.

Jak Cię już uprzedziłem, polimeryzacja metakrylanu metylu trwa długo, musisz więc uzbroić się w cierpliwość.

Płyty i pręty

Na to, aby poprzez polimeryzację monomeru otrzymać przezroczyste płytki, pracę musisz rozpocząć od przygotowania odpowiednich form. Sądzę bowiem, że czyściutki monomer (metakrylan metylu) od dawna stoi już na półeczce.

Aby otrzymać pleksi w postaci płytek, formę wykonaj z dwóch kawałków tafli szklanych. Na bardzo starannie umytą szybę szklaną połóż wzdłuż jej trzech krawędzi cienką rurkę gumową, po czym przykryj ją drugą taką samą czystą i suchą szybką. Teraz wykonaj z drutu lub drewna sześć klamerek, którymi ściśniesz obie szyby wraz z gumą. Grubość użytej rurki gumowej decyduje o rozstawie ścianek formy, a tym samym i o grubości przyszłej płytki z pleksi. Aby otrzymać zupełnie cienkie płytki pleksi, do wykonania formy użyj gumy do wentyli rowerowych.

Jeżeli natomiast chcesz otrzymać z pleksi pręty, wówczas formą będzie zwykła rurka szklana. Oczywiście jej wewnętrzne ścianki oczyść przeciągając zamocowany na drucie tampon waty, po czym zamknij szczelnie jeden wylot korkiem.

Do tak przygotowanych form możesz wlać ogrzany z katalizatorem monomer, skoro uzyska on już konsystencję syropu.

Podczas wlewania cieczy do form zwróć uwagę, aby jak najmniej powstało trudnych do usunięcia pęcherzyków powietrza. Formę szklaną zaklej możliwie jak najszczelniej papierem lub celofanem i postaw w ciepłym

miejscu (np. przy kaloryferze lub za piecem) na około 3–4 dni.

Czas całkowitego twardnienia polimeru zależy od temperatury. Przykładowo 2–3 mm płyty pleksi twardnieją całkowicie po 4 dniach ogrzewania do temperatury 40°C.

Jeśli wszystko wykonałeś starannie, to po paru dniach czeka Cię zasłużona nagroda. Zdejmiesz klamry ściągające tafle szklane, polejesz tafle gorącą wodą i już spomiędzy okładzin szklanych wyjmiesz jasną, przezroczystą płytkę pleksi. Wyobrażam sobie doskonale, jak dumny będziesz z tego kawałka zupełnie samodzielnie wykonanego tworzywa.

Jeżeli z kolei spolimeryzowanym na syrop monomerem napełniłeś rurkę szklaną, to niestety trzeba ją będzie teraz stłuc, gdyż nie ma innej możliwości wydobycia z niej utwardzonego pręta z pleksi. Gdybyś miał zamiar polimeryzować pleksi w rurce szklanej, to radzę Ci, weź do tego celu rurkę możliwie cienką i długą. Z takim bowiem prętem z pleksi będziesz mógł przeprowadzić następne bardzo ciekawe doświadczenie.

Mieszanie monomeru z polimerem

Skoro nie zależy Ci na przezroczystości wyrobu (np. pręta lub kostki) lub gdy chcesz go wręcz zabarwić odpowiednim pigmentem, przeprowadź polimeryzację metodą drugą.

Postaraj się najpierw możliwie jak najdokładniej rozdrobnić i przesiać parę kawałeczków pleksi.

Do zlewki wlej 110 ml monomeru metakrylanu metylu i dosypuj małymi porcjami 15 g sproszkowanego pleksi. Jeśli chcesz, aby przyszły wyrób był zabarwiony, to na 14 g sproszkowanego pleksi weź 2 g pigmentu, np. sadzy, ultramaryny lub minii, i całość wymieszaj na sucho.

Po dodaniu już do monomeru całej ilości sproszkowanego pleksi szybko wymieszaj wszystkie składniki w zlewce i masę tę wlej do przygotowanej formy. Uprzedzam Cię jednak, że musisz się spieszyć, gdyż monomer zmieszany z polimerem stosunkowo szybko zaczyna polimeryzować, tworząc galaretowatą masę, którą trudno jest wlewać do formy.

Podobnie jak poprzednim razem, formy napełnione wstępnie spolimeryzowanym monomerem szczelnie zamknij i umieść na parę dni w ciepłym miejscu. Jeżeli Ci się jednak bardzo spieszy, to napełnioną formę możesz ogrzewać przez 5—6 godzin, ale do temperatury 80°C. W taki właśnie przyspieszony sposób wykonywane są protezy dentystyczne. Ciastowatą masą, powstałą z zarobienia sproszkowanego polimeru ciekłym monomerem, napełnia się odpowiednią formę gipsową, zamyka ją i ogrzewa przez parę godzin.

Światłowód

Z kolei wykonaj bardzo efektowne doświadczenie ilustrujące dobitnie bardzo cenne własności optyczne pleksi. Gdybym Cię spytał, czy promienie świetlne można

przeprowadzić przez zgięte rurki, niczym wodę przez powykręcany wąż gumowy, sądzę, żebyś mi zaprzeczył z oburzeniem. Ale, braciszku, przyjdzie Ci zmienić zdanie.

Potrzebny Ci teraz będzie wykonany poprzednio cienki pręt z pleksi. Aby doświadczenie się udało, trzeba najpierw oba końce pręta dokładnie wypolerować.

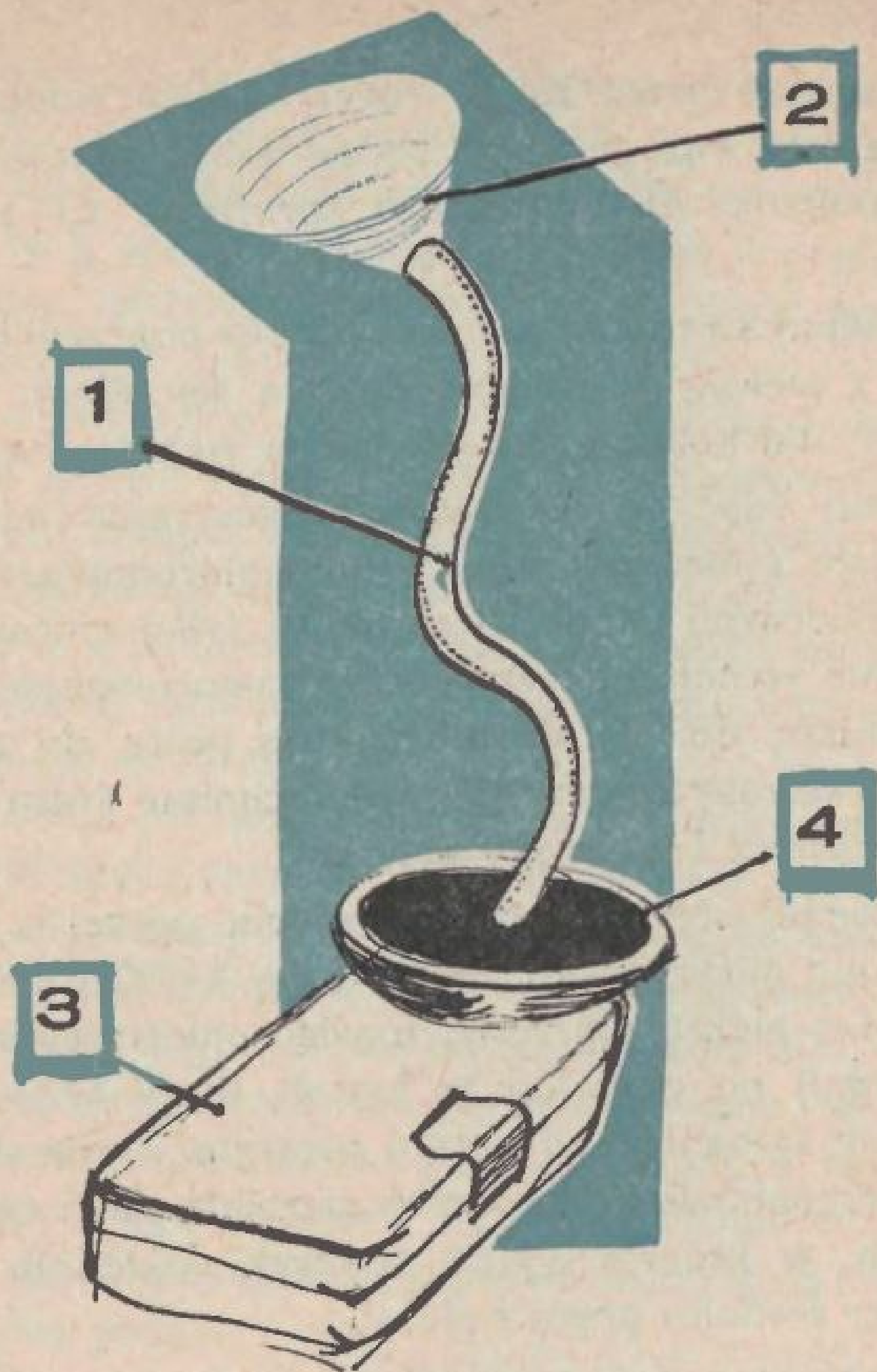
Zacznij więc od wyrównania płaszczyzn pilnikiem o drobnym zębie, a następnie jak najdrobniejszym papierem ściernym. Gładkie i teraz już tylko matowe powierzchnie wypoleruj trąc filcem posmarowanym pastą polerowniczą do metalu lub zwykłą pastą do zębów. Chodzi o to, aby czołowym powierzchniom pręta nadać przezroczystość i lustrzany połysk.

Gdy się już uporasz z polerowaniem, ogrzej w naczyniu olej lub glicerynę do temperatury 140°C i umieść w nim pręt z pleksi. Ogrzany, a więc uplastyczniony już pręt wygnij na przykład w kształt litery S, unikając oczywiście zginania pod kątem prostym. Teraz weź latarkę kieszonkową i jej szkiełko szczelnie osłoń czarnym papierem, w którym wytnij otworek dokładnie odpowiadający średnicy pręta z pleksi.

W ciemnym pokoju zapal latarkę i wstaw jeden koniec zgiętego pręta w otwór w papierze.

Widzisz, jaki wspaniały wywołałeś efekt?

Powyginany pręt z pleksi „przewodzi" światło niczym rurka gumowa wodę. Te ciekawe właściwości optyczne pleksi wykorzystywane są m. in. w medycynie. Odpowiednio wygiętym prętem pleksi, wzdłuż którego prze-



1 PRĘT Z PLEKSI

2 WIĄZKA ŚWIATŁA

3 LATARKA

4 OSŁONA Z CZARNEGO PAPIERU

biega promień świetlny, lekarz oświetla podczas badań przełyk, wnętrze ucha, jamę nosową.

Sądzę, że ciekawy efekt optyczny zgiętego pręta pleksi wynagrodzi Ci z nawiązką niemały trud włożony w jego wykonanie.

Aby już zakończyć z własnościami optycznymi pleksi, dodam jeszcze, że dzięki doskonałej przepuszczalności promieni świetlnych, a także obróbce o wiele prostszej i tańszej niż obróbka szkła, tworzywo to służy dziś do wyrobu soczewek, pryzmatów i innych zespołów optycznych. Z pleksi wykonywane są również okulary tzw. stykowe. Są to małe, odpowiednio uformowane płytki nakładane bezpośrednio na gałkę oczną, których końce zachodzą pod powieki. Okulary takie nie wymagają oprawy i jako znacznie bezpieczniejsze od szklanych zyskują dziś coraz więcej zwolenników.

Polimetakrylan metylu, w przeciwieństwie do szkła zwykłego, doskonale przepuszcza promienie nadfioletowe. Z tworzywa tego wyrabiane są więc szyby do samolotów, inkubatorów, budynków, w których mieszczą się żłobki itp.

Wykańczanie odlewu

Na zakończenie warto jeszcze parę słów poświęcić mechanicznej obróbce polimetakrylanu metylu.

Często zachodzi potrzeba polerowania pleksi. Po zwykłej obróbce tego tworzywa pilnikiem otrzymasz

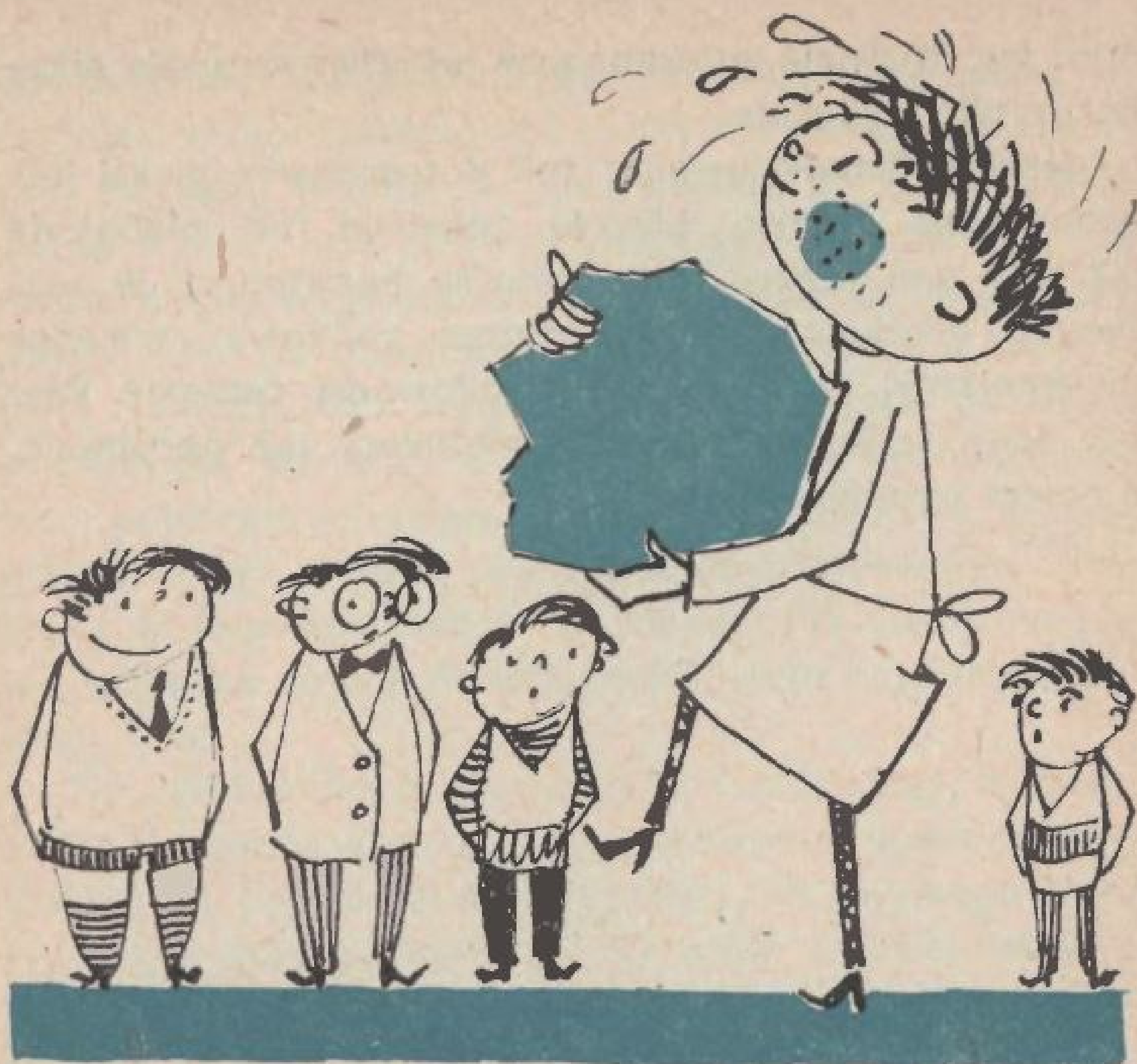
powierzchnie mlecznomatowe. Aby nadać im przezroczystość, trzeba zastosować znany Ci zabieg polerowania. Pamiętaj jednak, że polerowanie da tylko wtedy dobre wyniki, jeśli powierzchnia będzie poprzednio jak najstaranniej wygładzona. A więc miejsc cięcia piłą czy powierzchni po obrabianiu grubszym pilnikiem nie poleruj od razu, lecz wygładź, i to starannie, pilnikiem o drobnych ząbkach, a następnie szlifuj drobnoziarnistym papierem ściernym. Teraz dopiero, gdy nie ma już głębszych rys, możesz przystąpić do polerowania. Najlepiej do tego celu nadaje się zielona lub czerwona pasta, używana do polerowania metali oraz kawałek miękkiego filcu.

Filc zwilż wodą, posyp pastą lub kredą i trzyj ruchami kolistymi przeznaczoną do polerowania powierzchnię. Zabieg ten daje doskonałe rezultaty, lecz wymaga nieco wprawy i dużo cierpliwości. O wiele szybciej odbywa się polerowanie, jeśli z filcu wytniesz małą tarczę i osadzisz ją na osi silniczka elektrycznego. W tym przypadku musisz jednak uważać, aby nie dopuścić do przegrzania polerowanej powierzchni.

Jedyny prosty sposób barwienia gotowego już wyrobu z pleksi to barwienie w roztworach alkoholowych. A więc żądany barwnik (możesz używać barwników do barwienia tkanin) rozpuść w denaturacie i do roztworu tego zanurz elementy z pleksi. Uprzedzam jednak, że tego rodzaju proces barwienia jest bardzo długi, trwa bowiem 6—8 dni. Możesz go nieco przyspieszyć, wstawiając naczynie z alkoholowym roztworem barwnika do naczynia z ciepłą wodą. W tym przypadku naczynie

musi być szczelnie zamykane, w przeciwnym razie alkohol szybko wyparuje.

Jeszcze jednak uwaga: tak potratowane pleksi jest zabarwione bardzo płytko, zaledwie na głębokość 0,2—0,5 mm. Zatem przedmiotów barwionych w roztworze alkoholowym nie możesz poddawać obróbce mechanicznej, takiej jak cięcie, piłowanie, toczenie. Wobec tego radzę Ci barwić przedmioty już obrobione, a nawet wypolerowane.



15. CO TO ZA KAMIEŃ, CZYLI *O BADANIU MINERAŁÓW*

Będąc raz na urlopie w górach spotkałem grupkę harcerzy opukujących młoteczkami skały i zbierających skrzętnie do plecaków najróżniejsze kamienie.

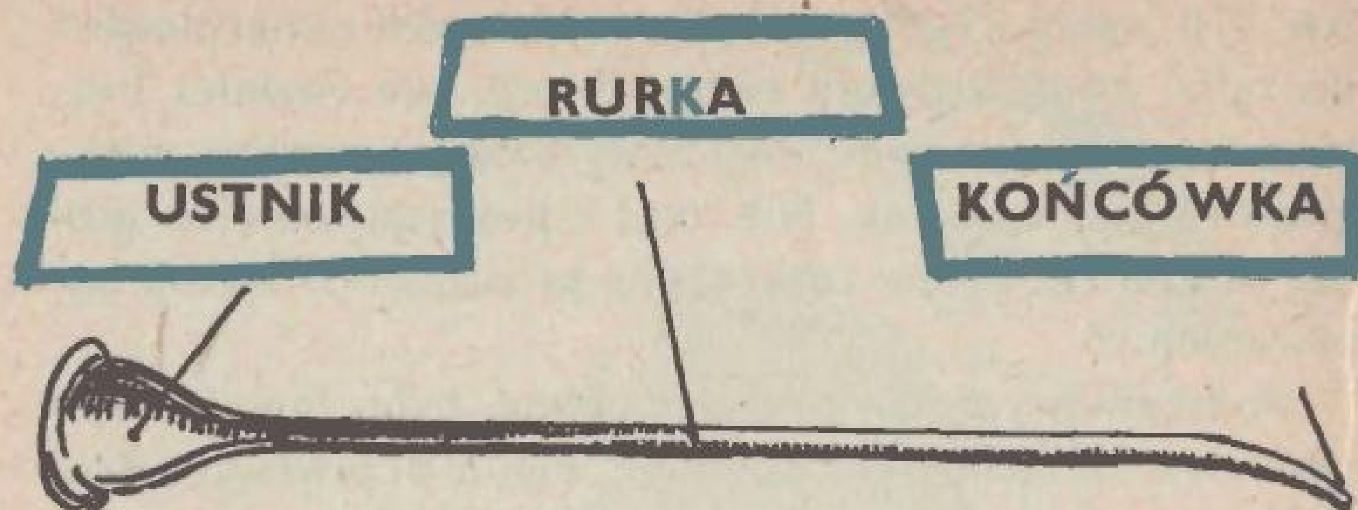
Zawarłem z nimi znajomość i następnego dnia zostałem zaproszony do ich obozu, położonego w uroczej dolince. Była to drużyna harcerzy-mineralogów. Letnie wakacje spędzali na wędrówkach i badaniach minera-

łów. Ta sympatyczna grupka amatorów-mineralogów nie tylko kompletowała swoje zbiory, ale również bezpośrednio tam prowadziła identyfikację i analizę minerałów. Właśnie że tak. Nie kręć z powątpiewaniem głową, ja sam też byłem zaskoczony prostotą ich metod badawczych.

Podstawowym ich wyposażeniem była lampka spirytusowa, dmuchawka, kawałek węgla drzewnego, drucik platynowy, mały moździerzyk i dosłownie mikroskopijne ilości bardzo zresztą prostych odczynników. Praca tej grupki młodzieży tak mi się spodobała, że postanowiłem i Tobie przekazać parę najważniejszych zasad badania minerałów.

Parę słów o sprzęcie

D m u c h a w k a — w najprostszym wykonaniu, jest to zwężająca się rurka mosiężna lub miedziana o zgiętym pod kątem prostym cieńszym końcu. U wylotu cieńszego końca umocowana jest końcówka z maleńkim otworkiem o średnicy 0,4—0,6 mm. Szerszy koniec dmuchawki zaopatrzony jest w zdejmowany drewniany ustnik. Dmuchawka służy do otrzymywania płomienia o wysokiej temperaturze, jak również płomienia redukującego lub utleniającego, w których przeprowadza się badania minerałów. Dmuchawkę zasila się powietrzem wydmuchiwanym ustami. Aby jednak ułatwić sobie pracę dmuchawką, bardzo wygodnie jest posiadać duży pęcherz gumowy od piłki lub dętkę samochodową. Po na-



dmuchaniu powietrza w pęcherz czy dętkę, łączy się ją rurką gumową i dmuchawką.

Węgiel drzewny spełnia niejako rolę aktywnego tygla, w którym dokonuje się topienia minerałów. Aby można było wygodnie pracować, musi on mieć postać kostek o przybliżonych wymiarach 10, 5 i 3 cm. **Uwaga:** węgiel drzewny musi być dobrze wypalony i bez sęków.

Drucik platynowy służy do przeprowadzania badań minerałów w płomieniu. Długość jego wynosi 3—5 cm, grubość ok. 0,5 mm. Jeden z końców drutu platynowego wtopiony jest na stałe w pręcik lub rurkę szklaną. Wbrew poważnej nazwie, taki kawałeczek drucika platynowego nie jest bardzo drogi, a nabyć go można w sklepach z aparaturą laboratoryjną. W braku drutu platynowego, w szkło można wtopić tych samych wymiarów drucik niklowy, wolframowy lub molibdenowy. Jednak metale te nie we wszystkich badaniach będą mogły zastąpić platynę.

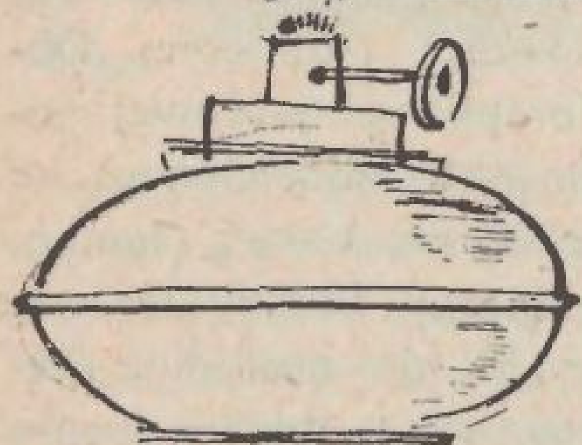
Nieco więcej o samej dmuchawce

Umiejętne posługiwanie się dmuchawką pozwoli Ci przeprowadzić wiele prostych i szybkich badań, których wynik wystarcza już niejednokrotnie do identyfikacji minerału.

Aby móc prawidłowo posługiwać się dmuchawką, musisz najpierw poznać właściwości płomienia. Dokładna obserwacja płomienia lampki spirytusowej pozwala na wykrycie w nim trzech jakby naniesionych na siebie stożków. Wewnętrzny stożek ma barwę ciemną, środkowy jest jasny, zaś zewnętrzny bladofioletowy. Najsilniej świeci stożek środkowy. W nim następuje rozgrzewanie się do wysokiej temperatury cząstek węgla powstałych w stożku wewnętrznym przy rozkładzie paliwa. W stożku środkowym na skutek niedoboru tlenu nie może zachodzić pełne spalanie, a jedynie rozżarzanie się cząstek węgla. Jeśli jednak do tej części płomienia wprowadzisz ciało zawierające tlen, wówczas silnie rozgrzane cząstki węgla będą go odtleniać, redukować, czyli odbierać tlen. Dlatego to środkowy stożek nazwany jest **płomieniem redukującym.**

Z kolei w bladofioletowym, niemal nieświecącym stożku zewnętrznym odbywa się proces całkowitego utleniania, spalania węgla i wodoru. Ta część płomienia odznacza się temperaturą najwyższą, a ciała doń wprowadzone wobec dostatku tlenu ulegają szybko utlenianiu. Stąd też nazwa zewnętrznego płomienia: **płomień utleniający.**

Ogólnie biorąc, rola dmuchawki polega na dopro-



WŁAŚCIWOŚCI PŁOMIENIA

wadzeniu do płomienia dodatkowej ilości tlenu, dzięki czemu jego temperatura wybitnie wzrasta. Ponadto, o czym również musisz pamiętać, w zależności od miejsca, w którym dmuchawką wprowadzisz powietrze, możesz otrzymać zależnie od potrzeby płomień **redukujący** bądź **utleniający.** I tak, jeśli koniec dmuchawki wprowadzisz do stożka świecącego (środkowego), otrzymasz płomień redukujący. Podczas wdmuchiwania powietrza, płomień lampki odchyla się na bok i powstaje długi, ostry języczek. Koniec tego języczka działa redukująco. Jeśli z kolei wylot dmuchawki umieścisz tuż poza świecącym stożkiem, wówczas otrzymasz płomień utleniający.

Za pomocą dmuchawki i lampki spirytusowej możesz przeprowadzić następujące badania:

a) otrzymywanie nalotów na węglu,

b) wytapianie metalicznych kulek i barwnych stopów,

c) wytapianie perełek boraksowych.

Przed przystąpieniem do tych badań należy bardzo dokładnie sproszkować odrobinę minerału.

Naloty na węglu

W kawałku węgla, w odległości 2 cm od brzegu, robisz nożem maleńki dołek, takie wgłębienie i umieszczasz w nim odrobinę sproszkowanego minerału wielkości główki zapałki. Węgiel trzyma się ukośnie tak, aby osiadły na nim pary i gazy powstające przy prażeniu minerału. Na próbkę minerału kieruje się płomień redukujący. Nie powinien on jednak dotykać węgla, gdyż niszczy powstający nalot.

Barwa na zimno i na gorąco oraz zachowanie się nalotów powstających na węglu jest charakterystyczna dla minerałów zawierających w swym składzie różne metale. Dane te podaję Ci w tabeli nr 1.

Ponieważ zdobycie próbek minerałów jest dość trudne, posłuż się na początek związkami popularnych metali. W tym celu w zagłębienie w węglu drzewnym radzę Ci wsypać:

a) tzw. dermatol (do nabycia w aptece),

b) tzw. emetyk (do nabycia w aptece),

c) tzw. glejtę lub minię.

PŁOMIEŃ UTLENIAJĄCY



Dziwisz się pewnie, dlaczego wbrew naszym postanowieniom używam zwyczajowych nazw związków. Tym razem zrobiłem wyjątek, gdyż chcę, abyś sam na podstawie badań własnych doszedł, jakie metale one zawierają.

Przypominam, że badanej substancji bierze się dosłownie na koniec ostrza scyzoryka. Skierowany na zagłębienie w węglu płomień dmuchawki **musi być redukujący.** Barwy oraz wygląd otrzymanych na węglu nalotów badaj na gorąco i na zimno.

Sądzę, że nie nastręczy Ci trudności identyfikowanie metali, jakie zawierają podane preparaty. Prawda?

Wytapianie kulek

Dokładnie sproszkowany minerał miesza się z podwójną ilością sody i całość umieszcza we wgłębieniu na węglu. Następnie próbkę zwilża się kroplą wody i kieruje na nią redukujący płomień dmuchawki. Ogrzewać musisz tak długo, aż ukaże się połyskująca metaliczna kulka.

Badanie otrzymanej kulki polega na stwierdzeniu jej barwy, kowalności, kruchości. Niektóre minerały zawierające takie metale, jak mangan czy chrom, nie dają metalicznych kulek, lecz tylko barwne stopy. Stopy takie bada się na zawartość siarki. W tym celu na dokładnie oczyszczoną kredą monetę srebrną kładzie się kulkę stopu i zwilża wodą. Po 3—4 godzinach, w przypadku obecności siarki, na monecie powstanie ciemna plama. Własności kulek najpospolitszych metali podaje tabela II.

I tym razem do badań nie bierzesz minerałów (oczywiście jeżeli chcesz, to możesz również i to spróbować), lecz niżej wymienione związki zawierające popularne metale:

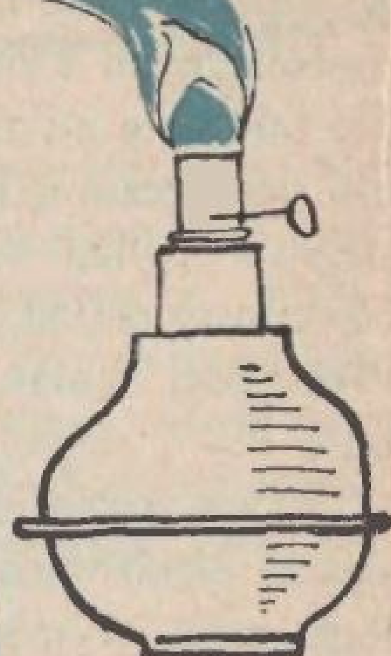
a) tzw. dermatol,
b) tzw. emetyk,
c) tzw. glejtę lub minię.

Badany preparat zmieszaj z podwójną ilością sody, umieść w zagłębieniu na węglu drzewnym i ogrzewaj redukującym płomieniem dmuchawki. Będzie to dla Ciebie niejako egzamin z cierpliwości i wytrwałości, bowiem ogrzewać trzeba tak długo, aż w zagłębieniu pojawi się metalicznie połyskująca kuleczka.

Wytwarzanie i badanie perły boraksowej

Za pomocą dmuchawki, boraksu, czteroboranu sodowego, $Na_2B_4O_7$ i drucika platynowego przeprowadzamy badanie tzw. perły boraksowej. Zasada tego rodzaju

PŁOMIEŃ REDUKUJĄCY



postępowania polega na otrzymaniu szklistych kuleczek utworzonych przez stopienie minerału z dużą ilością boraksu. Barwa na gorąco i na zimno takiej perełki w płomieniu redukującym lub utleniającym jest charakterystyczna dla wielu metali.

W celu otrzymania perły boraksowej, platynowy drucik ogrzewa się do czerwoności w utleniającym płomieniu dmuchawki, po czym zanurza jego koniec w boraksie i ponownie wprowadza do płomienia. W pierwszej chwili, na skutek wydzielania wody krystalizacyjnej, nabrany na koniec drucika boraks poczyna pęcznieć, lecz następnie stapia się w szklistą perełkę. Jeśli perełka okaże się za mała, wówczas na gorąco zanurzamy ją ponownie w boraksie i znów wprowadzamy do płomienia.

Gdy otrzymasz już odpowiednio dużą perełkę boraksu, ogrzej ją silnie, po czym szybko, tak aby nie zdążyła ostygnąć, lekko dotknij sproszkowanego minerału. Wtedy to ziarnka minerału przylepią się do perełki. **Uwaga:** Staraj się przylepiać do perełki jak najmniej minerału, gdyż to ułatwi Ci dalsze badania.

Po przylepieniu odrobiny sproszkowanego minerału,

perełkę wprowadź do jednej ze stref płomienia — redukującego lub utleniającego i bacznie obserwuj wygląd perełki. Wiele metali zawartych w minerałach barwi perełkę na właściwy sobie kolor. Kolor ten jest na zimno inny i na gorąco inny, zależny od rodzaju płomienia. Niektóre metale barwią perłę tylko przez bardzo krótki czas. Należy zbadać perłę na gorąco i na zimno, otrzymaną w płomieniu utleniającym, potem strzepnąć na gorąco perełkę i wykonać nową w płomieniu redukującym.

Wygląd perełek boraksowych otrzymanych na zimno i na gorąco w różnych płomieniach, podaję Ci w tabeli III.

Przypominam Ci raz jeszcze, żeby do perły boraksowej brać możliwie jak najmniej sproszkowanego minerału. Wbrew pozorom, większa ilość minerału nie tylko nie ułatwi, ale utrudni Ci badania. Przykładowo — perła boraksowa z manganem, trzymana w płomieniu utleniającym jest fioletowa, natomiast przeniesiona do płomienia redukującego staje się bezbarwna. Jeżeli jednak perła boraksowa zawierać będzie zbyt wiele związków manganu, wówczas jej zabarwienie w płomieniu redukującym ustępować będzie bardzo powoli, co w rezultacie może wprowadzić Cię w błąd.

I tym razem, aby dobrze opanować kunszt wytapiania, a następnie badania perły boraksowej, radzę postarać się o następujące związki:

a) siarczan miedziowy, $CuSO_4$,
b) rdzę,
c) nadmanganian potasowy $KMnO_4$,
d) chromian lub dwuchromian potasowy, $K_2Cr_2O_7$,
e) jakikolwiek związek kobaltu.

Aby doświadczenia Twoje bardziej przypominały identyfikację minerałów, radzę, utrzyj w moździerzyku parę gramów przemytego i suchego piasku, po czym mieszaj go w stosunku 10:1 osobno z podanymi związkami. Jednak jeszcze przed zmieszaniem musisz piasek zbadać na perle boraksowej, czy przypadkiem on sam nie zawiera zanieczyszczeń barwiących perłę.

Sądzę, że gdy zasmakujesz w opisanych badaniach, najbliższe wakacje wykorzystasz do gromadzenia własnej kolekcji minerałów. I w tej pracy życzę Ci powodzenia.

Aha, i jeszcze jedno wyjaśnienie. Proponowane do badań przez mnie preparaty:

dermatol — $C_6H_2(OH)_3COOBi(OH)_2$, zasadowy galusan bizmutawy,
emetyk — $(SbO)KC_4H_4O_6$, winian antymonylo-potasowy
glejta — PbO, tlenek ołowiawy,
minia — Pb_3O_4, tlenek dwuołowiawo-ołowiowy,
braunsztyn — MnO_2, tlenek manganowy

zawierają następujące metale:
bizmut, antymon i potas, ołów i mangan.



Czas już się pożegnać

Wszystko co przyjemne trwa krótko. Właśnie i nasze miłe spotkanie dobiega końca.

W takich sytuacjach nieodłącznie nasuwa się pytanie:

— I co dalej?

Możliwe, że spotkamy się w niedalekiej przyszłości na stronach dalszych książeczek z serii „Chemia dla Ciebie". Ze swej strony uczynię to z wielką przyjemnością. Jednak sądzę, że to nie będzie najlepsze miejsce spotkania z Tobą. Bowiem sądzę, to już nie zaspokoi Twojego apetytu. Apetyt przecież, jak wiemy, wzrasta w miarę jedzenia. Tym apetytem w Twoim przypadku jest głód wiedzy, chęć poznania nowego, chęć rozszerzenia posiadanych już wiadomości.

Zapewne podczas lektury tej książeczki, jak też i podczas pracy przy stole laboratoryjnym zrodziły się w Tobie liczne niejasności, wątpliwości, stanąłeś przed nowymi, trudnymi, ale przecież ciekawymi problemami. Oczywiste jest, że odpowiedzi na nie nie znajdziesz już w książeczkach z serii „Chemia dla Ciebie". Nie dziw się temu i nie miej mi tego za złe. Zadaniem tych książeczek, które można porównać do maleńkich smacznych kanapeczek, jest wywołanie u Ciebie uczucia głodu. Skoro więc głód poczujesz, to wybierz jedno z odpowiednich dla siebie miejsc zbiorowego żywienia — technikum chemiczne, wydział chemii na którymś z uniwersytetów czy też politechnik, albo wydział chemii w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego czy Wyższej Szkole Rolniczej.

Tam się na pewno najesz do syta.

Ponieważ jednak droga do tych miejsc karmienia ludzi żądnych wiedzy może być przed Tobą jeszcze długa i ciężka, więc abyś nie opadł z sił z głodu po drodze, proponuję Ci na ten czas żelazne porcje w postaci następującej lektury i życzę smacznego:

1. Czyżewicz E. — *Chemia fizyczna niektórych zjawisk życia codziennego*, PWN
2. Eichstaetd I. — *Księga pierwiastków*, WP
3. Gołembowicz W. — *Dookoła diamentu*, NK
4. Gołembowicz W. — *W probówce i w przyrodzie*, NK
5. Grosse E., Weissmantel Ch. — *Z chemią za pan brat*, Iskry
6. Hulanicki A., Sękowski S. — *Chemia wokół nas*, WP
7. Jakowlew A. — W świecie kamieni, WP
8. Kwiatkowski E. — *Dzieje chemii i przemysłu chemicznego*, WNT
9. Maślankiewicz K. — *Surowce chemiczne*, WG
10. Newton Friend J. — *Człowiek i pierwiastki chemiczne*, PWN
11. Polański A. — *Losy pierwiastków w przyrodzie*, PZWS
12. Rozen B. — *Rodzina chlorowców*, WP
13. Sękowscy A. i S. — *Poczet chemików*, NK
14. Sękowski S., Szostkiewicz S. — *Świat tworzyw sztucznych*, WP
15. Sękowski S., Wolfram T. — *Potentaci rynku*, Iskry
16. Sękowski S. — *W kuchniach miliarderów*, Śląsk
17. Wawrzyszek W. — *Twórcy chemii*, PWT
18. Zagórski Z. — *Czyste czy brudne*, NK

Tablica I

Naloty na węglu

Barwa nalotu	Własności nalotu	Pierwiastek
cytrynowożółty, na brzegach niebieskawobiały	układa się szerokim pierścieniem dookoła próbki	ołów Pb
szarobiały	osiada daleko od próbki wydziela zapach czosnku	arsen As
biały, na brzegach niebieskawy	gęsty, mączasty nalot wokoło miejsca ogrzania, lotny w płomieniu utleniającym. Płomień redukujący barwi go na bladozielono	antymon Sb
żółty na gorąco, a biały na zimno	osiada dookoła wgłębienia, przy wyprażaniu świeci się, płomień utleniający nie spędza go	cynk Zn
pomarańczowy na gorąco, a pomarańczowożółty z białawą obwódką na zimno	łatwo usuwają go płomienie utleniający i redukujący	bizmut Bi

Tablica II

Własności kulek metalicznych

Barwa kulki	Uwagi	Nalot na węglu	Kowalność	Metal
miedzianoczerwona	wymaga ciągłego, nieprzerwanego dmuchania, kulkę otrzymuje się z trudem, częściej powstaje gąbczasta masa; po zwilżeniu kwasem solnym barwi płomień na niebiesko	nalotu nie daje	kowalna	miedź Cu
na gorąco srebrzystobiała, na zimno mętnoszara	wytapia się z łatwością	cytrynowożółty, obrzeżenie białe	kowalny, daje się ciąć nożem	ołów Pb
srebrzystobiała	—	pomarańczowożółty lotny	kruchy w przełomie, pod lupą krystaliczny	bizmut Bi
jasnoołowianoszara	na gorąco kulka świeci się i dymi, przed badaniami zmieszać 2 części sody z 1 częścią sproszkowanego węgla i 1 częścią materiału	biały, gęsty, mączasty	kruchy w przełomie, pod lupą krystaliczny	antymon Sb
ołowianobiała	bardzo małe kulki	nalot słabo widoczny	kowalna, lecz twardsza od ołowiu	Cyna Sn

Tablica III

Wygląd perełek boraksowych

Płomień utleniający		Płomień redukujący		Metal
na gorąco	na zimno	na gorąco	na zimno	
zielona	niebieska (błękitna)	bladozielona (zielona)	czerwona (nieprzezroczysta)	miedź Cu
żółta (pomarańczowożółta)	prawie bezbarwna żółta	bladozielona (zielona butelkowa)	prawie bezbarwna (bladozielona)	żelazo Fe
brunatnawofioletowa	czerwonawofioletowa	bezbarwna	bezbarwna	mangan Mn
żółta	żółtozielona	szmaragdowozielona	zielona	chrom Cr
bladożółta	bezbarwna	brunatna	mętnobrunatna	molibden Mo
niebieska (smaltowa)	niebieska	błękitna	niebieska	kobalt Co
fioletowa	czerwonobrunatna	szara	szara	nikiel Ni
brunatnofioletowa	czerwonofioletowa	brudnozielona	zielona	żelazo Fe mangan Mn
zielona	błękitna	zielonawoniebieskawa	niebieska	żelazo Fe kobalt Co
czerwonofioletowa	czerwonofioletowa	zielona	niebieska	żelazo Fe mangan Mn kobalt Co
bladożółta	bezbarwna	szarawa	brunatnofioletowa	tytan Ti
żółta	bezbarwna	bladozielona	bezbarwna	uran U

SPIS ROZDZIAŁÓW